

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

«На правах рукопису»

«До захисту допущено»

УДК

Завідувач кафедри

О.В. Гондлях

«_»_____ 20 р.

Магістерська дисертація

**на здобуття ступеня магістра зі
спеціальності 133 – Галузеве машинобудування**

**на тему: «Аналіз міцності та надійності рухомих опор аміакопроводу з
метою запобігання їх руйнуванню в процесі експлуатації»**

Виконав:

студент 2 курсу, групи ЛП-81мп

Устенко Олександр Олегович

Керівник:

в.о.зав. кафедри ХПСМ, професор, д.т.н. Гондлях О.В.

Консультант з розділу модернізація: доц.

каф. ХПСМ, д.т.н. Щербина В.Ю.

Рецензент:

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.

Студент

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут/факультет інженерно хімічний

(повна назва)

Кафедра хімічно полімерне силікатне машинобудування

(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність (спеціалізація) 133 Галузеве машинобудування

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ О. В. Гондлях
(підпис) (ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Устенко Олександр Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Аналіз міцності та надійності рухомих опор аміакопроводу з метою запобігання їх руйнуванню в процесі експлуатації»

науковий керівник дисертації професор, д.т.н. Гондлях О.В.,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « ____ » _____ 20__ р. № _____

2. Строк подання студентом дисертації 13.12.2019

3. Об'єкт дослідження мостовий перехід через р. Дніпро

4. Предмет дослідження (Вихідні дані – для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою) маса металоконструкції - 805 т; маса канатів -560 т; маса механічних вузлів и деталей - 47 т; загальна маса моста -1412 т; висота пілонів – 87 м; діаметр канатів головного кабелю – 71,5 мм; діаметр канатів вітрових відтяжок – 71,5 мм; габарити ферми жорсткості – 2,4х2,8 м; довжина ферми жорсткості – 720 м; підмостовий габарит – 13,5х640 м; бетон і залізобетон в опорах – 4587 м³.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: Зміст; Вступ; Призначення та галузь застосування; Технічні характеристики базової конструкції; Літературний огляд стану питання; Опис базової конструкції, її основних частин; Охорона праці; Математична модель; Побудова моделі конструкції моста; Розрахунок глобальної задачі; Висновок.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: загальний вид мостового переходу; елемент ферми; капролонове кільце; глобальна задача; переміщення від напрямку вітру.

7. Орієнтовний перелік публікацій: Модернізація системи теплозабезпечення екструдера. Розробка 3Д моделі фермової конструкції для подальшого її розрахунку методом скінчених елементів. Визначення потужності привода екструдера.

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Загальний	Прізвище, ініціали та посада	модернізація	<i>плагіат</i>
Перевірка	Щербина В.Ю., д.т.н., проф.		

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Вступ		
2	Призначення та галузь		

	застосування		
3	Технічні характеристики базової конструкції		
4	Літературний огляд стану питання		
5	Опис базової конструкції, її основних частин		
6	Охорона праці		
7	Математична модель; Побудова моделі рухомих опор		
8	Розрахунок глобальної задачі		
9	Висновки		
10	Оформлення ПЗ		
11	Оформлення креслень		

Студент

(підпис)

О.О. Устенко

(ініціали, прізвище)

Керівник дисертації

(підпис)

О.В. Гондлях

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на тему "Аналіз міцності та надійності рухомих опор аміакопроводу з метою запобігання їх руйнуванню в процесі експлуатації" виконав студент групи ЛП-81мп Устенко О.О., завідувач - доктор технічних наук, професор - Гондляр О.В.

Мета магістерської дисертації - Аналіз міцності та надійності рухомих опор аміакопроводу з метою запобігання їх руйнуванню в процесі експлуатації. Магістерська дисертація містить "Пояснювальну записку", що складається з 3 розділів. Загальний обсяг магістерської дисертації становить 79 сторінок, 34 зображень та 17 джерел посилань.

Проект має літературний пошук рухомих опор, схожих за структурою на рухомі опори переходу через р. Дніпро, з метою перегляду різних рішень для роликів опор та виявлення причин виникнення дефектів та способів боротьби з ними.

Розрахунок деформацій, напружень рухомих опор переходу через річку Дніпро (за допомогою 3D-моделі) дозволяє зробити висновок про стан рухомих опор протягом експлуатації.

Аналіз цих розрахунків виявив слабкість рухомих опор.

За результатами роботи над магістерською дисертацією були опубліковані дипломні роботи.

Проект магістра також відповідає вимогам охорони праці.

Ключові слова: АМІАКОПРОВІД, ПЕРЕХІД МОСТОВИЙ, РУХОМА ОПОРА.

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация на тему "Анализ прочности и надежности подвижных опор аммиакопровода с целью предотвращения их разрушения в процессе эксплуатации" выполнил студент группы ЛП-81мп Устенко А.О., заведующий - доктор технических наук, профессор - Гондлях А.В.

Цель магистерской диссертации - анализ прочности и надежности подвижных опор аммиакопровода с целью предотвращения их разрушения в процессе эксплуатации. Магистерская диссертация содержит "пояснительную записку", состоящий из 3 разделов. Общий объем магистерской диссертации составляет 79 страниц, 34 фотографий и 17 источников ссылок.

Проект имеет литературный поиск подвижных опор, похожих по структуре на подвижные опоры перехода через р. Днепр, с целью просмотра различных решений для роликовых опор и выявления причин возникновения дефектов и способов борьбы с ними.

Расчет деформаций, напряжений подвижных опор перехода через реку Днепр (с помощью 3D-модели) позволяет сделать вывод о состоянии подвижных опор в течение эксплуатации.

Анализ этих расчетов проявил слабость подвижных опор.

По результатам работы над магистерской диссертацией были опубликованы дипломные работы.

Проект магистра также отвечает требованиям охраны труда.

Ключевые слова: АММИАКОПРОВОД, ПЕРЕХОД МОСТОВОЙ, ПОДВИЖНЫЕ ОПОРЫ.

ABSTRACT

The master's thesis on "Analysis of the strength and reliability of the movable supports of the ammonia pipeline in order to prevent their destruction during operation" was performed by a student of the LP-81mp group Ustenko A.O., head - doctor of technical sciences, professor - Gondlyah A.V.

The purpose of the master's thesis is to analyze the strength and reliability of the movable supports of the ammonia pipeline in order to prevent their destruction during operation. The master's thesis contains an "explanatory note", consisting of 3 sections. The total volume of the master's thesis is 79 pages, 34 photos and 17 sources of links.

The project has a literary search for movable supports, similar in structure to the movable supports of the transition through the river. Dnepr, in order to view various solutions for roller bearings and identify the causes of defects and ways to deal with them.

The calculation of the deformations, stresses of the moving supports of the transition across the Dnieper River (using the 3D model) allows us to conclude about the state of the moving supports during operation.

An analysis of these calculations revealed the weakness of the movable supports.

According to the results of work on the master's thesis, diploma works were published.

The master's project also meets the requirements of labor protection.

Key words: AMMONIA PIPELINE, BRIDGE TRANSITION, MOBILE SUPPORTS.

**Пояснювальна записка
до магістерської дисертації
на тему:
«Аналіз міцності та надійності рухомих опор аміакопроводу з
метою запобігання їх руйнуванню в процесі експлуатації»**

Київ 2019

ЗМІСТ

Вступ.....	10
1. Призначення та галузь застосування	11
2. Технічні характеристики базової конструкції	13
3. Літературний огляд стану питання	14
4. Опис базової конструкції, її основних частин та рухомих опор аміакопроводу.....	32
5. Охорона праці.....	38

Вступ

Аміак - це один з найбільш важливих хімічних речовин, що використовується в різних сферах діяльності. Ця речовина виробляється у масштабних кількостях - більше ніж 100 млн тонн щорічно. Хімічні та фізичні властивості аміаку обумовлюються його застосуванням в різних областях промисловості, частіше він використовується в хімічній.

Аміак являється газоподібною отруйною речовиною без кольору з дуже різким та неприємним запахом. При тривалій взаємодії людини з речовиною він здатний викликати ураження різних органів та набряки.

Аміак - це хімічно слабка кислота, яка взаємодіє з кислотами і водою, а також здатний утворювати солі у зв'язку з металами. Він може вступати в хімічні реакції з іншими речовинами, наприклад, на виході реакції азотної кислоти з безводним аміаком на практиці отримуємо аміачну селітру, що застосовується для виробництва добрив.

Аміак має здатність відновлювати різні метали з їх оксидів. Реакція оксиду міді з аміаком надає можливість отримати азот.

Через велику небезпеку, особливу увагу необхідно приділяти транспортуванню аміаку.

1. Призначення та галузь застосування

Незважаючи на токсичність, аміак використовується в різноманітних сферах. Основна частина виробництва аміаку йде на виготовлення продуктів хімічної промисловості. А саме:

- аміачні та аміачно-нітратні добрива (аміачна та нітратна селітра, хлористий амоній, сульфат амонію і ін.). Такі добрива підходять для багатьох сільськогосподарських культур.

- сода. Існує метод отримання кальцинованої соди з використанням аміаку. Даний метод активно використовується для промислового виробництва соди.

- азотна кислота. Для виробництва використовується синтетичний аміак. На даний момент виробництво даної речовини засноване на явищі каталізації синтетичного аміаку.

- вибухові речовини. Нітрат амонію за деяких умов має високі вибухові властивості не зважаючи на його нейтральність до механічного впливу. В результаті отримують аміачні вибухові речовини - амоніти.

- розчинник. Рідкий аміак, використовується як розчинник різних неорганічних і органічних речовин.

- аміачна холодильна установка. Аміак застосовується в холодильній техніці, в якості холодильного агента. Аміак не викликає парниковий ефект, він не впливає на навколишню середу і економічно вигідніше фреонів. Ці фактори обумовлюють причини застосування аміаку в якості холодоагенту.

- нашатирний спирт. Застосовується в побуті та в медицині. нашатирний спирт виводить плями різного походження з одягу, та нейтралізує кислоти.

Оскільки аміак використовують в промисловості у значних обсягах і при цьому загрожує навколишньому середовищу, важливим завданням є його безпечне транспортування у великих обсягах на великі відстані. Трубопровідний транспорт займає перше місце серед усіх видів транспорту по доставці вантажів на великі відстані і при відповідальному проектуванні він є одним з безпечніших видів транспортування вантажів. Як правило трубопровід розміщують під землею. Однак існують штучні та природні перешкоди у вигляді каналів, річок, водосховищ т.п., обхід трубопроводом таких перешкод економічно не вигідний. Як правило встановлення підводних або підземних труб в цих умовах також не є можливим. Що призводить до необхідності будівництва надземних трубопроводів, серед яких найчастіше використовують мостові переходи різних типів. Проектування таких переходів є важливою задачею через те, що руйнування мостового переходу через річкову перепону призведе до екологічного забруднення на значних територіях.

2. Технічні характеристики базової конструкції

Мостовий перехід побудований для прокладення аміакопроводу Тольятті - Одеса через р. Дніпро та має наступні основні показники:

- загальна маса моста -1412 т;
- маса металоконструкції - 805 т;
- маса канатів -560 т;
- маса механічних вузлів і деталей - 47 т;
- висота пілонів – 87 м;
- діаметр канатів вітрових відтяжок – 71,5 мм;
- діаметр канатів головного кабелю – 71,5 мм;
- підмостовий габарит – 13,5х640 м;
- бетон і залізобетон в опорах – 4587 м³;
- габарити ферми жорсткості – 2,4х2,8 м;
- довжина ферми жорсткості – 720 м.

Збірні елементи опор (залізобетонні та бетонні) мають вагу меншу за 15 тонн. Марка бетону опор – 200 і 300, морозостійкість – 200. Бетон для опор – гідротехнічний по ГОСТу 4795-68.

Марки сталей елементів конструкції моста:

Пілони:

- 14Г2-6 (стійки);
- 16Г2АФ-12 (верхній ригель);
- 10Г2СІД12 (нижній та середній ригелі);

Балка жорсткості:

- 09Г2С (пояса, труби Ø219);
- 10Г2СД-12 (фасонки та фланці монтажних стиків);

- сталь 20 (інші трубчасті елементи).

3. Літературний огляд стану питання

Опори для труб (рис 3.1) є незамінними конструктивними елементами при прокладанні різних комунікацій. Ці вироби беруть на себе навантаження трубопроводу, який згодом розподіляється на несучі конструкції або переноситься в ґрунт. Сьогодні існує безліч різновидів трубопроводів, які відрізняються за матеріалом виготовлення та технічними характеристиками. Кожен тип труби потребує різних опор.



Рис.3.1 Трубопровідна опора

Трубопровідні опори виконують дуже важливу функцію - фіксацію трубопроводу в потрібному положенні. Крім того, ці продукти виключають деформаційний процес під впливом температур. У багатьох трубопроводах вібрації виникають під час транспортування певного середовища. Зменшення вібрації - ще одна корисна особливість опорних елементів.

Трубні опори впливають на надійність конструкції в цілому. Тому дуже важливо правильно встановити ці вироби, щоб вони добре справлялися з покладеними на них завданнями.

Опорні конструкції відрізняються зовнішнім виглядом та призначенням. Область роботи цих пристроїв досить широка. Вони використовуються для фіксації таких комунікацій:

- трубопровідні конструкції на різних підприємствах;
- житлово-комунальні трубопроводи;
- арматура атомних електростанцій;
- арматура теплових електростанцій (ТЕС);

- газо- і нафтопроводи.

Опори під газопровід (рис.3.2) повинні мати високі технічні характеристики, особливо якщо трубопровід прокладений в несприятливих кліматичних умовах. Крім того, опора для газової труби повинна захищати комунікацію від можливих поломок в місцях її кріплення.



Рис.3.2 Опори фіксують трубопровід в заданому положенні.

Безпека експлуатації та необхідні показники герметичності різних комунікацій забезпечуються не тільки завдяки високоякісним трубам, а й за рахунок використання допоміжного обладнання. Таке обладнання включає опори для кріплення труб.

Якщо звернутися до відповідної документації, то можна знайти інформацію про те, що такий елемент, як опора, не є окремою будівельною частиною, а регулюється як конструктивний елемент самого сполучення. Опори виконують багато корисних функцій. Розглянемо основні з них:

- цей виріб захищає трубу від пошкодження в місці контакту з несучою конструкцією;

- забезпечує правильне розташування трубопроводу в просторі;
- розподіляє навантаження по всій довжині зв'язку і полегшує їх передачу опорним конструкціям;
- усуває вібраційні хвилі, а також зменшує напругу в трубопроводі.

Всі опори для трубопроводів поділяються на типи залежно від двох основних характеристик:

- варіант установки;
- рухливість або нерухомість (рис.3.3).



Рис.3.3 Опора нерухома.

Існують два типи цих конструктивних елементів трубопроводу:

- звичайні;
- висячі вироби.

Особливістю підвісних пристроїв є те, що вони монтуються над віссю трубопроводу.

Підвісні моделі можна кріпити до плит, стельових стель тощо. Варто сказати, що підвісні моделі за варіантом монтажу належать до рухомого типу. Рухливість опори - це властивість, яка дозволяє їй рухатися вздовж осі

трубопроводу або поперек. Рухомі опори здатні рухатися в двох вищевказаних напрямках, а нерухомі відрізняються тим, що вони міцно фіксують трубу в потрібному положенні.

Розглянемо дві основні функції, які виконують рухомі моделі:

- такі вироби передають навантаження від трубопроводу на опорну конструкцію. Слід зазначити, що цей процес повинен відбуватися без зміни положення точки, в якій передається опорна реакція;
- зниження коефіцієнта напруги в стінках трубопроводу.

Сьогодні існує кілька різновидів опор для трубопроводів, які відрізняються за своєю конструкцією та призначенням. Розглянемо основні типи опор, які застосовуються при монтажі конструкцій трубопроводів.

Безкорпусні опори (рис. 3.4). Такі опори виконують ті ж функції, що і затискачі, і поділяються на дві основні групи:

- рухомі безкорпусні опори
- нерухомі безкорпусні опори



Рис.3.4 Нерухома безкорпусна опора.

Варто зазначити, що сама концепція розсувної опори несумісна з рухомим, не корпусним виробом. Необхідно встановлювати рухомі жорсткі пристрої без жорсткого затискання хомута, що дозволяє комунікації відчувати себе вільно і рухатися в поздовжній площині. Такі моделі ще називають затискачами. Фіксовані моделі прості в установці: вони підтягуються до основи, що виключає рух конструкції трубопроводу.

Корпусні зварні. Як правило, цей тип опори використовується при монтажі сталевих комунікацій. Це кріплення закріплене зварюванням (звідси і назва).

Такі моделі вважаються найбільш зручними з точки зору виробництва і, крім того, є цілком доступними. Як і в попередньому випадку, корпусні зварні опори діляться на рухомі та нерухомі. У деяких випадках опора рухомого корпусу регулюється як ковзаюча.

Корпусні кожухові (рис.3.5). Такі моделі умовно поділяють на дві групи:

- з кожухом, що має круглу форму (в цьому випадку матеріал кожуха - це металевий стрижень);
- з плоским затискачем (виготовлений з металевої смуги).

Як і інші опори, моделі корпусних затискачів можуть бути рухомими (розсувними) та нерухомими. Вироби, що мають плоский комір, значною мірою використовуються при монтажі сталевих комунікацій, проте в деяких випадках їх застосовують для попередньо ізольованих конструкцій трубопроводів. А моделі з круглим кожухом використовуються лише для монтажу сталевих трубопроводів. Однією з різновидів таких опор вважається бугельна опора, яка відрізняється від інших тим, що має жорсткість. Ребра жорсткості необхідні для зміцнення виробу.



Рис.3.5 Корпусна кожухова опора з плоским затискачем

Опори для відводу. Вони монтуються особливо під згином зв'язку, а саме - під згином. Існують такі типи опор:

- для відводу зігнутого типу;
- під зварні відводи.

Такі моделі, з експлуатаційної точки зору, поділяються на: рухомі та стаціонарні. Крім того, ці моделі застосовуються для кріплення різних фітінгів під час монтажу.

Опори для монтажу вертикальних трубопроводів. Такі моделі застосовуються для закріплення вертикальних ділянок конструкції трубопроводу. У своїй конструкції вони є «лапами», які фіксуються на трубопроводі зварюванням. Такі моделі спираються на балки або плити перекриттів.

Щитові опори (рис.3.6). Такі моделі мають такий же зовнішній вигляд, що і попередні, і застосовуються тоді, коли трубопровід повинен бути прокладений через стіну. Як правило, такі пристрої стаціонарні.



Рис.3.6 Щитові опори.

Підвіски трубопроводів. Підвіски - це спеціальні пристрої, які застосовуються для фіксації зв'язку з балкою або стелею. Залежно від конструктивних особливостей та способу кріплення опори труби їх поділяють на дві групи:

- хомутові;
- зварні.

Крім того, ними можуть бути:

- одנותяжні (складаються з однієї тяги);
- двотяжні;

Рух трубопроводу, який фіксується такими пристроями, забезпечується карданною підвіскою.

Пружинні блоки. Ці пристрої встановлюють на різних комунікаціях і виконують демпфуючу функцію, розподіляючи навантаження по всій

довжині трубопроводу і виключаючи його деформацію. Такий виріб використовується як структурний елемент опор або підвісів.

Трубопровідні опори виготовляються переважно з металевих матеріалів (рис.3.7). Це пов'язано з тим, що такі елементи повинні мати відмінні міцнісні характеристики та стійкість до тиску. Монтаж труб - це відповідальна подія, яка вимагає спеціальних будівельних навичок та досвіду. У разі неправильного монтажу може виникнути надзвичайна ситуація, оскільки ці конструктивні елементи конструкції трубопроводу піддаються досить високому тиску.



Рис.3.7 Металева опора.

Як правило, такий матеріал, як сталь, використовується для виготовлення трубних опор. Сталь має високий коефіцієнт міцності і краще підходить для цих цілей. Однак, крім сталі, для виконання цих конструктивних елементів трубопроводу використовують інші метали. Розглянемо їх:

- алюміній;
- титан;
- латунь;
- мідь.

Опори вищезазначених матеріалів використовуються для різних побутових або спеціалізованих цілей. Варто зазначити, що опори для трубопроводів повинні мати гарну стійкість до руйнівного впливу корозії, тому на етапі виготовлення на їх поверхню наносять різні захисні склади.

В якості захисного антикорозійного складу можуть використовуватися різні фарби та емалі, а поверхня виробу може бути оцинкована. Оцинкована сталь має високу стійкість до корозії. І також варто зазначити, що нанесення на захисні труби різних захисних складів, крім захисної функції, надає їм більш презентабельний вигляд.

Крім того, опори можуть бути виготовлені з різних сучасних полімерних матеріалів і використовуються при монтажі комерційних комунікацій в приміщенні. Поліпропілен вважається найпопулярнішим полімером для виробництва цих пристроїв.

Крім того, варто згадати ще один матеріал – бетон (рис.3.8). Бетон використовується при виготовленні опорних кілець та їх деталей фундаменту. Слід зазначити, що виробництво опор регулюється державними стандартами якості, і будь-яке відхилення від виробничого процесу, описаного вище, загрожує отриманням неякісної продукції.

Фіксовані опори для різних трубопроводів необхідні для чіткої фіксації трубопроводу в просторі. Застосування таких опор спрямоване на усунення переміщень трубопроводу в поздовжньому або поперечному напрямку.

Фіксовані моделі застосовуються для кріплення трубопроводів, встановлених двома способами:

- зовнішній;
- внутрішні (підземні).

Установка таких опор проводиться шляхом їх фіксації рамами із залізобетону. Таким чином, опорні конструкції організовані в необхідних ділянках трубопроводу. Опорні конструкції на трубопроводі не розташовані рівномірно по довжині трубопровода, а ділять комунікацію на сегменти, що мають різну довжину. Довжина відрізка залежить від особливостей спеціальних компенсаторів, які розташовані між нерухомими опорами.



Рис.3.8 Опора виготовлена з використанням бетону.

Для зовнішньої та внутрішньої прокладки комунікацій широко застосовують стаціонарні опори для труб. У тому випадку, якщо укладання буде здійснюватися безканальним методом під землею, застосовуються опори, обладнані ефективною гідроізоляцією. Як правило, оболонка з поліетилену (ПЕ) виконує роль гідроізоляції. Для зовнішнього монтажу комунікацій використовується оцинкований гідроізоляційний ізолятор.

Розглянемо структурні елементи, що входять до фіксованої моделі:

- сталева труба;
- сталевий лист, отриманий гарячим прокатом;
- пінополіуретан (ППУ);
- спеціальна жаростійка стрічка;
- оцинкована оболонка;
- централізатор;
- поліетиленові оболонки.

При виготовленні нерухомих опор для трубопровідних комунікацій використовуються лише найбільш міцні та надійні марки сталі.

Сталевий лист, який виробляється гарячим прокатом, поділяється на три типи залежно від якості:

- звичайний;
- низьколегований;
- конструкційний (найвищої якості).

Централізатор (рис.3.9) – це структурний елемент нерухокої опори, що спрощує вирівнювання торців труб перед їх з'єднанням. Сьогодні централізатори поділяються на два основні типи:

- зовнішній;
- внутрішній.

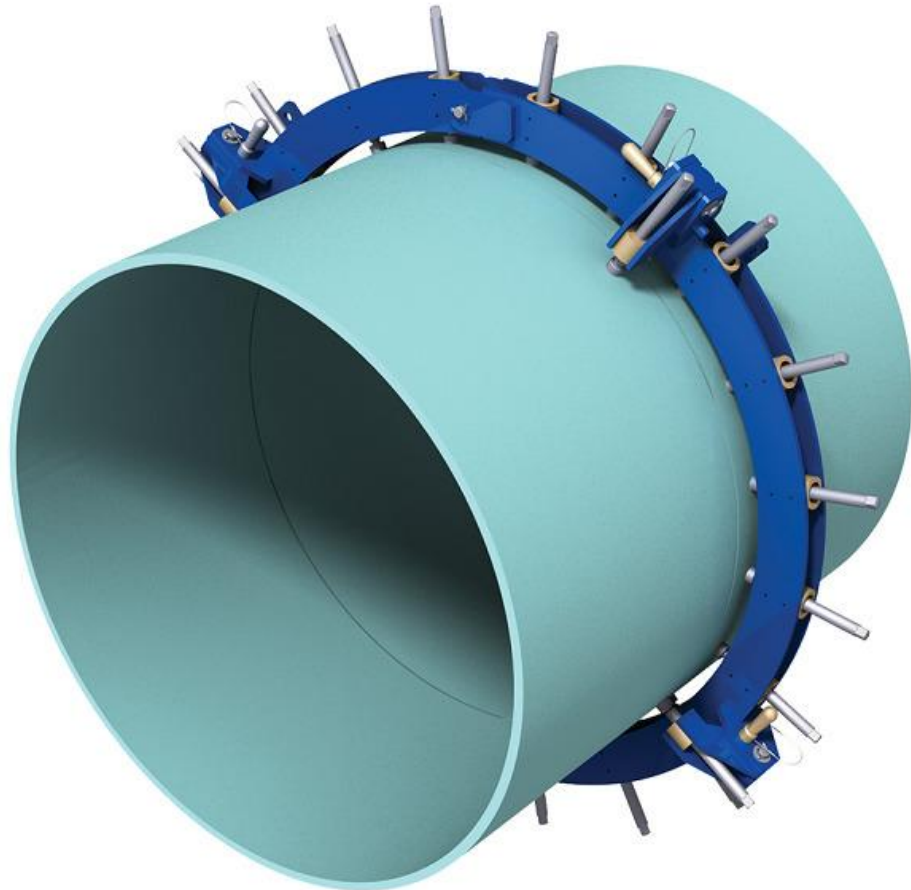


Рис.3.9 Централізатор

Зовнішні пристрої центрують трубу зовні і поділяються на:

- сегментовані;
- ексцентрикові;
- гідродомкратні.

Внутрішні централізатори можуть центрувати труби з показниками поперечного перерізу від 57 до 2224 мм. Для них характерна відмінна стійкість до низьких температур. Це пов'язано з тим, що вони виготовлені з морозостійкої сталі. Інший варіант централізаторів є універсальним, оскільки він здатний центрувати труби з будь-якими показниками поперечного перерізу. Гідродомкратні централізатори використовуються для центрування дуже важких труб або труб з деформованими ділянками. Навантаження, яке може передаватися через такі пристрої, досягає 12 т.

Внутрішні централізатори мають одну важливу перевагу - при їх використанні можливе безперервне зварювання труб зсередини. Завдяки цій перевазі шви виконуються більш ефективно. Недоліком таких виробів є те, що через їх вагу необхідно використовувати спеціальне обладнання для їх перевезення.

Розглянемо основні експлуатаційні зони, де використовуються фіксовані опори рис.(3.10) трубопроводу:

- при прокладанні магістральної газової труби або трубопроводу;
- різноманітні комунікації на підприємствах;
- для споруд на атомних та теплових станціях.

Такі опори широко застосовуються при прокладанні комунікацій при низьких температурах. Експлуатація цих елементів конструкції трубопроводу в північних регіонах дозволяє продовжити термін експлуатації трубопроводу.



Рис.3.10 Фіксована опора.

Монтаж таких опор проводиться на трубопроводах різної спрямованості. Як правило, вони негайно реалізуються на місці установки. Як було сказано вище, такі опори ділять трубопровід на сегменти, а між опорами встановлюються спеціальні сильфонні компенсатори. Компенсатори максимально захищають трубопровід від деформацій, що виникають внаслідок низьких температур.

Фіксовані моделі кріпляться до платформ за допомогою зварювального обладнання та закріплюються на трубопроводі за допомогою кріплень. Варто зазначити, що до цих пристроїв для більш надійного кріплення приварюються спеціальні металеві пластини (близько до кінців хомута).

Є одне важливе правило: між опорою і затискачем необхідно дотримуватися певний зазор 1,5 мм. Крім того, для захисту зв'язку від корозійних впливів між ним і нерухомою опорою укладається аркуш алюмінію.

Ковзаюча опора (рис.3.11) для трубопроводів зазвичай використовується при прокладанні комунікацій на землю (зовні). Основна функція такого пристрою – дозволяти трубопроводу вільно рухатися як по горизонталі, так і по вертикалі. Крім того, допоміжна функція таких пристроїв полягає в захисті конструкції трубопроводу від стирання.



Рис.3.11 Ковзаюча опора.

Ковзаючі опори встановлюються на комунікаціях, які потребують компенсації сезонних змін температури. Через перепади температур такі трубопроводи розширюються і звужуються в двох згаданих вище площинах.

Ковзаючі моделі забезпечують стабільність трубопровідного зв'язку та врівноважують його переміщення через коливання температури.

Розглянемо структурні елементи, що входять до ковзаючої моделі:

- основа;
- напівкруглий тримач для труб (виготовлений з металу);
- спеціальна прокладка;
- кріплення (гайки та болти).

Всі рухомі опори поділяються на три основні типи:

- жорсткі;
- еластичні;
- рухомі опори постійних зусиль.

Жорсткі опори підрозділяються на:

- направляючі опори;
- жорсткі підвіски;
- ковзаючі опори.

Напрямні вироби (рис.3.12) запобігають просуванню зв'язку вниз і в певному горизонтальному напрямку. Підвісні системи з жорстким типом – це пристрої, що забезпечують найбільшу свободу конструкції трубопроводу. Ковзаюча опора виключає переміщення вертикально вниз. Опори еластичного типу мають таку жорсткість лише тоді, коли труба рухається вертикально. У цьому випадку існує певна закономірність: чим сильніше навантаження на опорний елемент, тим далі буде зміщення трубопроводу. Рухома опора постійного зусилля витримує навантаження, спрямоване на неї, незалежно від руху трубопроводу.



Рис.3.12 Напрямна опора.

Для захисту цього пристрою від корозійних впливів на нього наносять спеціальний ґрунтовий склад. Ґрунтовий склад для більшої надійності наноситься в кілька шарів. Іноді замість ґрунту опору можна пофарбувати спеціальною ґрунтовою емаллю. А для досягнення максимальної надійності, як правило, прилад оснащений порошковим або цинковим покриттям (цинкування).

Найчастіше такі вироби виготовляються з міцної вуглецевої сталі, однак, якщо трубопровід призначений для установки та експлуатації в суворих температурних умовах, застосовуються пристрої з низьколегованої сталі.

Всі ковзаючі опори класифікуються на кілька основних типів за типом конструкції:

- вироби на кронштейнах;
- хомутові;
- кулькові;
- діелектричні;
- каткові (роликові).

Роликова опора (рис.3.13) застосовується, коли необхідно зменшити силу тертя між її основою та верхньою частиною. Тертя виникає, коли трубопровід рухається. Зниження сили тертя відбувається за рахунок конструктивних елементів такої опори - роликів.

Діелектричні ковзаючі моделі в основному застосовуються для труб, виготовлених з таких матеріалів:

- вуглецева сталь;
- низьковуглецева сталь.



Рис.3.13 Діелектрична роликова опора.

Утеплення в таких опорах виготовляється із спеціального матеріалу - листового параніту. Параніт включає наступні компоненти:

- гума;
- азбест;
- додаткові порошкові добавки.

Кулькові ковзаючі моделі виготовлені зі сталі та є специфічним кріпленням. Використання таких продуктів дозволяє комунікації рухатися як поздовжньо, так і поперечно. Завдяки цьому кульові розсувні опори застосовуються на електростанціях або при прокладанні теплових ліній. Варто зазначити, що при розробці комунікаційного проекту, який буде використовувати ковзаючі опори, рекомендується заздалегідь визначити відстань між такими опорами. Цей розрахунок проводиться в кожному конкретному випадку. Це пов'язано з тим, що для розрахунку потрібні такі характеристики, як: призначення комунікації, довжина, розмір поперечного перерізу труб, матеріал виготовлення тощо.

Перш за все, щоб обчислити відстань між розсувними опорами, потрібно знати, для яких цілей буде використовуватися комунікація. Тому, що для трубопроводів, які транспортують гарячу воду, така відстань буде меншою, ніж для холодної води.

Варто зазначити, що монтаж цих виробів проводиться перед тим, як встановити трубу в захисний кожух (футляр).

Як правило, гідроізоляційний матеріал розміщується між опорним пристроєм ковзаючого типу і металевим кожухом. Крім того, внутрішню поверхню труби та гідроізоляційний матеріал змащують спеціальною графітовою змазкою. Це необхідно, щоб уникнути небажаного тертя.

Далі хомути кріпляться за допомогою зварювального обладнання. Після зварювання хомути надійно затягують. Монтаж таких опор здійснюється без використання спеціального обладнання, що дуже зручно і прискорює робочий процес.

В дипломній роботі розглядаються рухомі опори аміакопроводу (рис.3.14-3.15) з Тольяті до Одеси, а саме опори встановлені на мостовому переході через р. Дніпро. На цій ділянці встановлено рухомі опори роликового типу виготовлені зі сталі, з прижимним центруючим поясом.

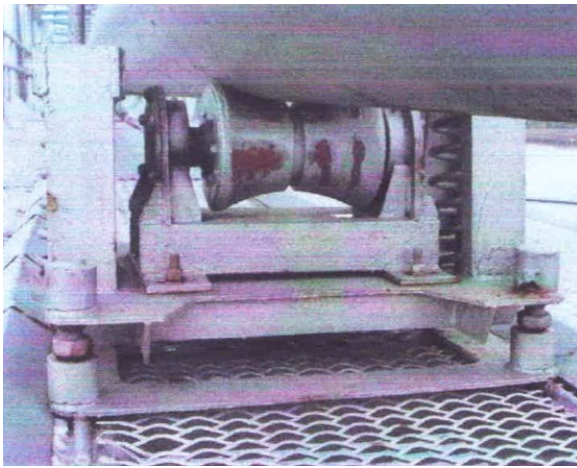


Рис.3.14 Рухома роликова опора встановлена на мостовому переході аміакопроводу.

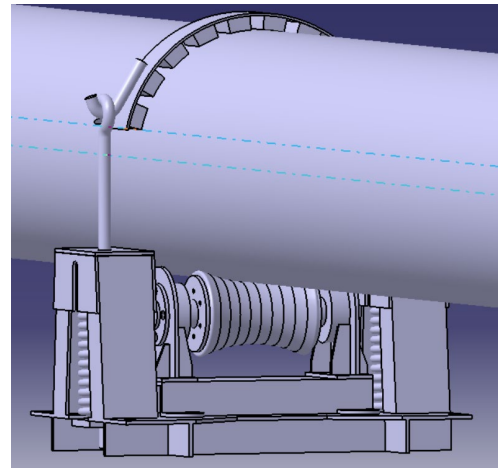


Рис.3.15 3D модель Рухомої роликової опори встановленої на мостовому переході аміакопроводу.

4. Опис базової конструкції, її основних частин та рухомих опор аміакопроводу

На рис. 4.1 зображено мостовий перехід через р. Дніпро.

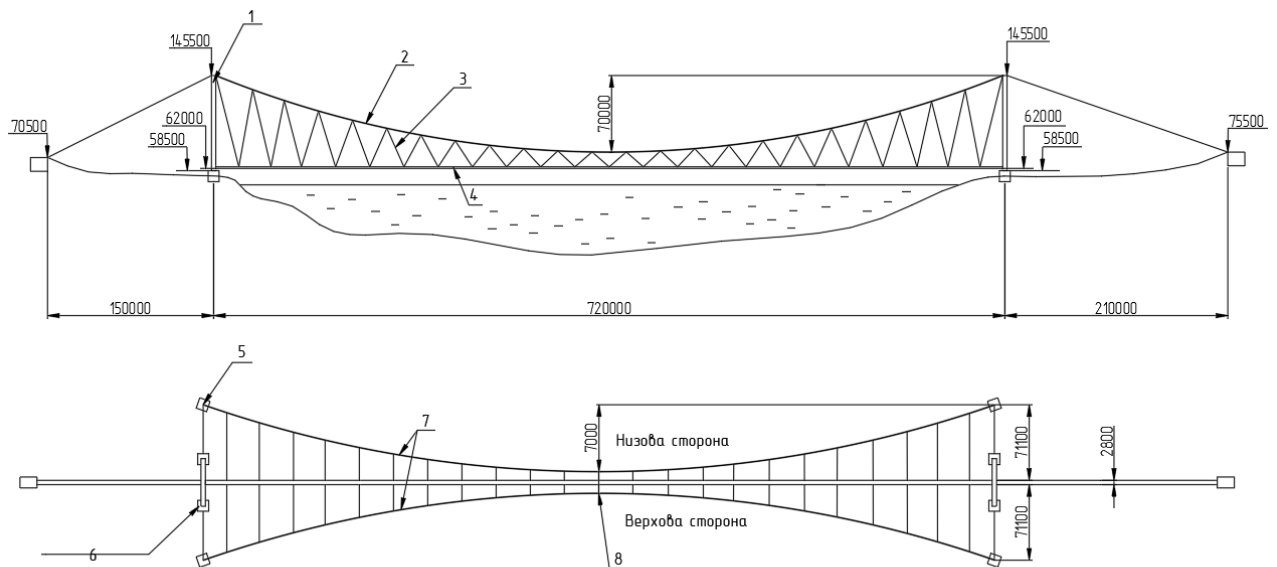


Рис. 4.1. Загальний вигляд. 1. Пілон; 2. Кабель; 3. Підвіска; 4. Ферма; 5. Поясна залізобетонна опора вітрової ферми; 6. Залізобетонна опора пілона; 7. Пояс вітровий; 8. Нерухома опора вітрових поясів ферми

Міст представляє собою висячу систему, головними елементами якої є наступні:

- дві висячі вертикальні ферми довжиною 720 м, які складаються з несучих кабелів, розкосів та ґратчастої балки жорсткості (рис. 4.2);
- два берегових пілони (рис. 4.3);
- двопоясна горизонтальна вітрова система, яка складається з поясів та горизонтальних відтяжок.

Вертикальні висячі ферми об'єднані з горизонтальними вітровими фермами в просторову систему за допомогою похилих відтяжок, балки

жорсткості та поперечних (в 4-х перетинах по довжині мосту) хрестових зв'язок і розтяжок з канатних елементів (рис. 4.4).



Рис. 4.2. Загальний вигляд моста.



Рис. 4.3. Пілон. Кабелі та

похилі

Верхній пояс, похилі підвіски висячих
ферм, пілон, вітрова ферма

підвіски висячих ферм

Висячі ферми розбиті на 24 30-метрові панелі кожна, висота ферми в середині прольоту – 8,1 м, пілона – 84,1 м, відстань між фермами – 2,8 м.

Верхній пояс висячої ферми складається із 6-ти основних канатів діаметром 71,5 мм та одного дистанційного каната. Кабелі спираються на опори пілонів сідлоподібної форми і переходять у берегові відтягнення.

Похилі підвіски (розкоси) висячих ферм виконані з одинарного канату діаметром 39,5 мм. З боку балки жорсткості підвіски закінчуються гвинтовими стяжками для управління натягу похилих підвісок.

Балка жорсткості – це просторова ґратчаста конструкція, яка складається з 2-х вертикальних ферм, верхні пояси яких об'єднані зв'язковою фермою, та системи повздовжніх і поперечних балок на рівні нижніх поясів вертикальних ферм (Рис. 4.5). У нижньому поясі на поперечних балках з кроком в 9м-9м-12м-9м-9м встановлено ковзаючі опори (рис.4.4) роликового типу. На них спирається трубчастий кожух діаметром 530 мм, всередині якого встановлено аміакопровод.

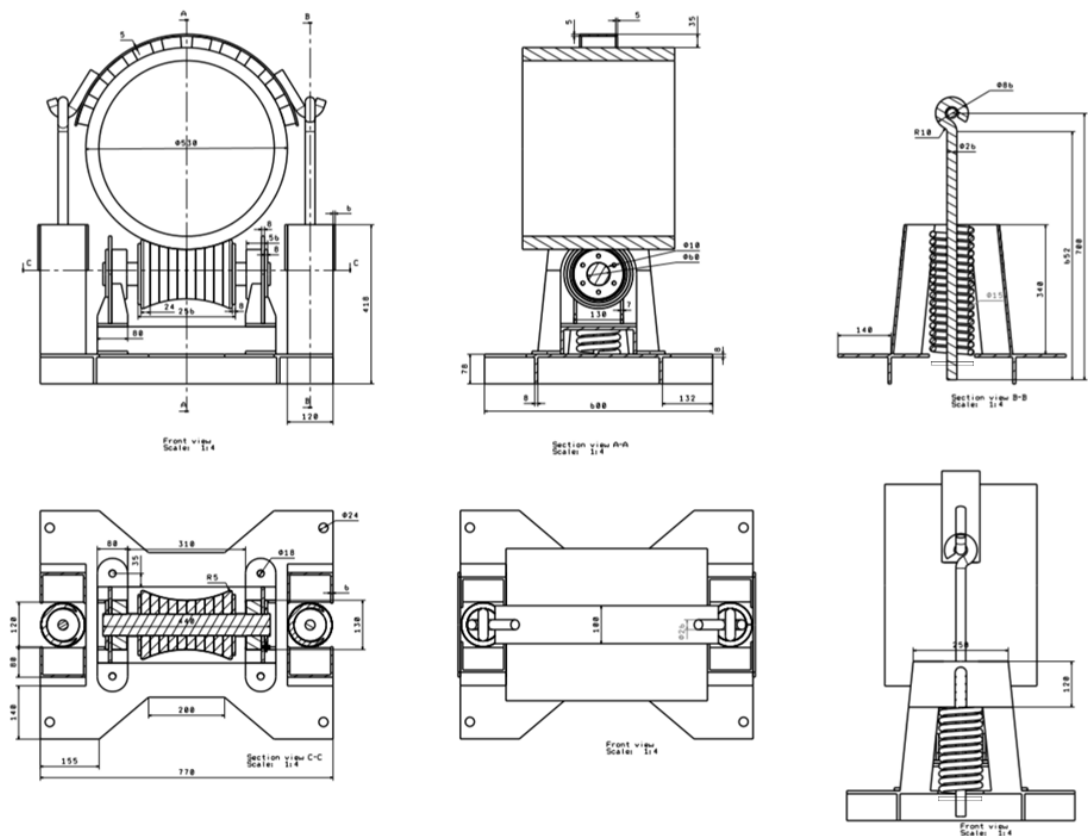


Рис.4.4 Креслення рухомої роликової опори встановлені на мостовому переході аміакопроводу.

Головним робочим органом рухомих опор аміакопроводу є ролик, який складається з 10 секцій зовнішній радіус кривизни яких відповідає радіусу кожуха (265мм) секції ролика стягнуті 4-ма болтами та встановлюються на валу діаметром 60 мм. Вал спирається на два підшипника, які встановлені на станині. Станина спроектована таким чином, щоб дозволяти регулювати висоту ролика та його положення поперек

аміакопроводу. Додатково на рухомих опорах встановлено прижимний пояс, який центрує аміакопровід на роликах. Пояс притискає аміакопровід до роликів зусиллям двох пружин. Пружини в свою чергу прижимаються болтами, що дозволяє регулювати тиск поясу на аміакопровід. Уся конструкція опор (рис.4.5-4.6) виготовлена зі сталі окрім прокладок на поясі які виготовлені з резини. Загальні вага опори становить 60 кг. Всього на мостовому перегоні встановлено 76 опор.

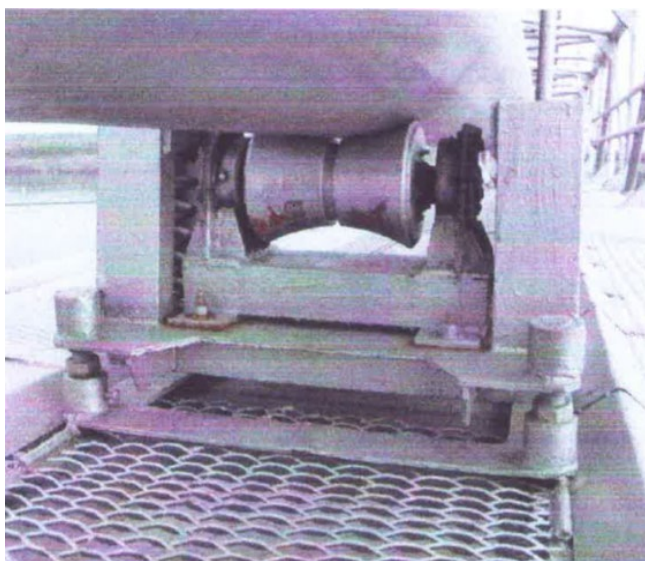


Рис.4.5 Рухома роликова опора

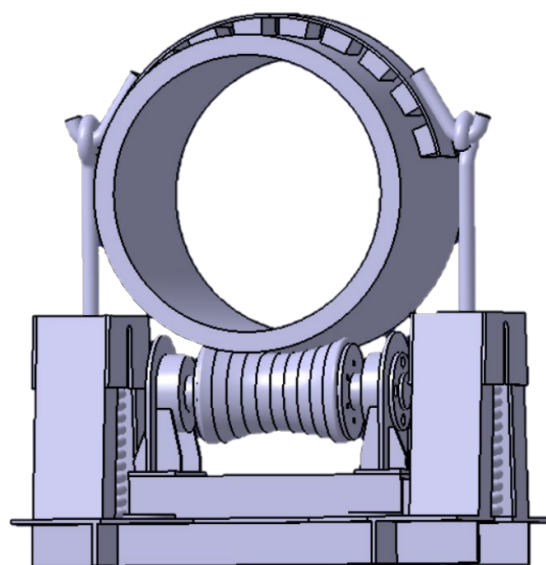


Рис.4.6 3D модель рухомої роликової опори.

Рухомі опори виконують функцію опори, але в той же час запобігають виникненню температурних напружень при перепаді температури навколишнього середовища, попереджують виникнення вібрацій, запобігають виникненню дефектів кожуха трубопровода, а відповідно і аміакопровода в цілому. Також рухомі опори виконують функцію центрування трубопровода відносно балки жорсткості.

Аміакопровід проходить регулярні огляди командою фахівців Українського державного науково-дослідницького та проектного інституту азотної промисловості та продуктів органічного синтезу. В результаті одного

з таких оглядів були виявлені пошкодження рухомих опор аміакопроводу (рис.4.7). Пошкодження можуть призвести до руйнування роликів та пошкодження кожуху, що загрожує цілісності аміакопроводу.

Метою дослідження є виявлення причин виникнення цих дефектів, та знаходження способів не допущення прогресування процесу руйнації рухомих опор аміакопроводу.

Роликовые катковые опоры *Состояние роликовых катковых опор*
















№ катка	Схема катковой опоры		Обнаруженные дефекты
	Низовая сторона	Верховая сторона	
00			Откол части сегмента
1			Откол части сегмента внутри катка, расслоение части катка с наружной стороны
			Опираание кожуха трубы на одну верховую сторону роликовой опоры
3, 13, 49, 51, 68, 69			Отсутствует болт крепления крышки подшипника
4			Откол и расслоение части сегмента
5			Продольная выработка шириной 13мм по всему периметру катка. Деформация (вогнутость) кольца катка
7			Деформация (вогнутость) кольца катка
8			Три трещины на верховой стороне катка длиной 100мм
28			Одна трещина на верховой стороне катка. Три трещины на низовой стороне катка
45			Продольная выработка шириной 4мм по всему периметру катка
46			Одна трещина на верховой стороне катка длиной 90мм. Отсутствуют 2 болта на крышке подшипника с верховой стороны. Отсутствует болт крепления катка
53			Одна трещина на верховой стороне катка
55			Одна трещина на низовой стороне катка
56			Одна трещина на верховой стороне катка
65			Две трещины на низовой стороне катка
67			Продольная выработка шириной 15мм и длиной 120мм
70			Одна трещина на низовой стороне катка

Рис.4.7 Пошкодження рухомих опор аміакопроводу

5. Охорона праці

У процесі транспортування і розподілу аміаку ми маємо справу з речовиною, яке класифікується як небезпечна речовина з класом небезпеки VI, високої та низької температури, в установках, що працюють під тиском. Тому необхідно та важливо строго дотримуватися встановленого режиму, постійно стежити за роботою обладнання з метою безпеки.

Даний розділ призначений для дипломного проекту на тему: «Оцінка залишкової міцності аміачного трубопроводу через р. Дніпро від впливом вітрових навантажень». В ході проектування були розроблені заходи щодо забезпечення безпеки персоналу в процесі експлуатації та ремонтних робіт аміачного трубопроводу відповідно до державних актів, що забезпечують виконання Закону України «Про охорону праці».

Перед експлуатацією компресора необхідно перевірити стан та надійність кріплення пристрою, вимірювальних і сигнальних пристроїв, захисного заземлення, а також наявність та справність ущільнень на запобіжних клапанах, манометрах та іншому обладнанні, які мають бути запечатані.

Кожен запобіжний клапан компресорного агрегату повинен бути запечатаний та відрегульований, мати пристрій для його екстренного примусового відкриття під час роботи, а також гайки натягу пружинних запобіжних клапанів також повинні бути загерметизовані. Ризик аварії на трубопроводі може бути викликаний гідравлічними ударами, що викликаються конденсацією насиченої пари і скупченням води в паропроводі, коли він нагрівається перед початком роботи.

Для запобігання гідравлічного удару у паропроводах мають бути дренажні пристрої, наприклад, нагнітальні лінії з клапанами і відкритими воронками.

Кріогенні речовини в холодильнику та інших установках пагубно впливають на організм людини, особливо на очі і шкіру, які стають удразненими, з можливим ризиком опіків тощо. Холодні гази можуть не пошкодити тканини організму, але при сильній турбулентності вони поглинають тепло в більшій кількості, ніж організм може відновлювати. Тому, при експлуатації кріогенних установок, обслуговуючий персонал кріогенних систем повинен працювати у відповідному захищеному одязі, рукавичках і противогазах. Відкривати фреоновий апарат тільки в захисних окулярах, а нашатирний спирт – в противогазах і гумових рукавичках, після того як тиск в системі буде дорівнювати атмосферному і залишатися постійним не менше 30 хвилин. Персонал повинен бути ознайомлений з правилами пожежної безпеки, що охоплюють як звичайний хід експлуатації, так і можливі надзвичайні ситуації.

При роботі необхідно використовувати захисні засоби: окуляри, гумові рукавички, прогумований хімічно-стійкий одяг, маски і фільтруючі респіратори.

Під час ремонту і обслуговування трубопроводу аміаку на мостових переходах працівники піддаються впливу таких шкідливих і небезпечних виробничих факторів, як:

- повітря робочої зони;
- електричні небезпеки;
- робота на висоті;
- пожежонебезпека.

Для виконання робіт на переході дозволено працівникам, що:

- знають призначення первинних вогнегасників і правил пожежогасіння;
- вміють користуватися індивідуальними засобами захисту;

- пройшли інструктаж та навчання безпечним методам роботи з іспитами для допуску до самостійної роботи;
- здатні надати першу допомогу потерпілому;
- знають властивості аміаку, характер його впливу на організм;
- забезпечені відповідно посади чи спеціальності спецодягом, спецвзуттям та перевіреними засобами індивідуального захисту (шоломи безпеки, дволанцюговий ремінь безпеки, протигаз KD, захисні окуляри, рятувальний жилет тощо).

5.1. Робота на висоті

До роботи з ремонту перехідних споруд допускаються особи, що досягли 18 років, які пройшли медичний огляд і були допущені до роботи на висоті, а також самостійно контрольованих робіт над поверхнею води. Верхолазами вважаються усі роботи, що виконані на висоті понад 3 метри від поверхні ґрунту, підлоги, підлоги або води, над якими проводяться роботи безпосередньо зі споруд під час їх монтажу та ремонту. У цьому випадку основним засобом, що захищає від падіння з висоти є ремінь безпеки з двома ланцюгами. Працюючі робітники на висоті повинні мати сумки для інструментів або ящики для зберігання та перенесення інструментів та дрібних деталей, слюсар повинен мати ланцюги безпеки. Забороняється переносити інструменти та дрібні деталі в руках, за поясом, у кишенях, тощо, а також укладання на конструкціях, настилах, майданчиках та оглядових ходах. Усі роботи на висоті повинні виконуватись двома працівниками. Працюючим робітникам на висоті над водою слід додатково дотримуватись наступних заходів безпеки:

- Особи, що працюють на висоті над рівнем моря, повинні мати рятувальний жилет, захисний шолом та ремінь безпеки з двома ланцюгами,
- У радіусі не більш 25 метрів від місця розташування робітників на висоті над рівнем моря повинне знаходитися невелике моторне судно з працюючим двигуном, що разом зі штурманом повинне мати страхового працівника та первинні засоби надання першої допомоги потерпілому (рятувальні круги, тощо),
- Робота на висоті виконується під безпосереднім наглядом ІТП, який відповідає за виконання цих робіт.

Забороняється підійматися на металеві конструкції мосту та виконувати всілякі роботи під час шторму з силою вітру 6 та більше балів (10 - 12 м / сек), ожеледиці, сильних дощів, снігопаду та при температурі навколишнього середовища нижче за мінус 25 градусів, а також вночі, окрім як в екстрених ситуаціях з дозволу головного інженера. За наявності особливо небезпечних та особливо шкідливих умов для виробництва праці працівникові перед початком роботи повинен бути наданий письмовий дозвіл, що визначає безпечні умови праці, із зазначенням у ньому небезпечних зон та необхідних заходів безпеки. Ступінь безпеки роботи встановлюється в обладнанні. Дозвіл на обладнання видається на період, необхідний для виконання цієї роботи. У разі перебоїв у виробництві робіт більше одного дня дозвіл на обладнання буде анульовано та буде видано нове при поновленні робіт.

5.2. Хімічний склад робочої зони

Аміак – отруйна речовина.

Патологічні процеси, що розвиваються під дією отрут, що виділяються через виробничі процеси, спричиняють в організмі людини порушення фізичного стану, необхідного для його нормальної життєдіяльності.

Характер і ступінь таких змін під дією отрути обумовлені їх часом дії, концентрацією (дозою) та періодом виведення (виведення) з організму. Токсична дія хімічних речовин залежить від особливостей особистості індивіда, що визначається станом здоров'я людини.

Промислові отрути можуть мати як місцевий, так і загальний вплив на організм людини.

Гігієнічна регуляція шкідливих речовин здійснюється в гранично допустимих концентраціях (ГДК, мг / м³) відповідно до нормативних документів: для робочих місць визначається гранично допустима

концентрація в робочій зоні – ГДК_{рз}. Гігієнічне нормування вимагає, щоб фактична концентрація забруднювача не перевищувала ГДК ($S_{fact} \leq 1$).

ГДК – це максимальна концентрація, яка під час щоденної (крім вихідних) роботи протягом 8 годин або іншої тривалості, але не перевищує 41 години на тиждень, протягом усього терміну служби (25 років) не може спричинити захворювання або порушення здоров'я, виявлені сучасними методами досліджень у процесі роботи чи у віддаленому періоді життя сучасних та наступних поколінь.

Для запобігання професійним отруєнням застосовуються технологічні, технічні, санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні заходи та засоби. Радикальний захист – це заміна токсичних на нетоксичні або менш токсичні речовини, дотримання правил безпеки та виробничої санітарії, впровадження нових технологій, санітарно-гігієнічна експертиза хімічних речовин, їх гігієнічна стандартизація, комплексна механізація та автоматизація виробничих процесів тощо.

Ефективним запобіжним заходом, що використовує високотоксичні речовини – є впровадження дистанційного керування або безперервність технологічних процесів, що виключає порушення витоку обладнання.

Значно впливає на рівень професійної токсикології санітарно-гігієнічне використання автоматичного та керуючого обладнання, яке сигналізує про наявність шкідливих речовин у повітрі в робочій зоні.

Лікувально-профілактичні заходи включають обов'язкову реєстрацію всіх випадків професійного отруєння та їх розслідування з метою виявлення та усунення їх причин. Необхідні попередні та наступні медичні огляди, результати яких є основою для розробки відповідних заходів щодо запобігання та переведення працівників на іншу роботу та спеціального лікування.

Серед організаційних заходів законодавчо передбачено скорочення робочого часу, додаткові відпустки, безкоштовне спеціальне і лікувально-профілактичне харчування, підвищення заробітної плати, скорочений термін виходу на пенсію.

Згідно повітря виробничої зони, необхідно провести систематичний контроль, щоб порівняти його з гігієнічними нормами. Крім того, роботодавець повинен надати всім працівникам органів захисту органів дихання, спеціальний одяг, спеціальне взуття, захист рук, обличчя, очей.

Індивідуальні засоби захисту – це допоміжний захід захисту працівників від шкідливого впливу професійних факторів. Індивідуальні засоби захисту – торгові марки KD і M, ізоляційні і оксигенірованні противогази. До засобів нормалізації освітленості виробничих приміщень та робочих місць відносяться освітлювальні прилади, світлові прорізи.

Крім технологічних заходів, системи опалення та вентиляції в приміщеннях наведені до вимог санітарно-гігієнічних правил.

5.3. Електробезпека

Згідно з правилами встановлення електроустановок про небезпеку електричних травм відноситься до приміщень без високого ризику.

У приміщенні використовується трифазна, чотирипровідна, 380 В глухозаземлена нейтраль. В цьому випадку захисне заземлення не є достатньо надійним захистом від запобігання електричних струмів. У цьому випадку найбільш ефективним засобом запобігання ураження електричним струмом при замиканні корпусу є обнулення – навмисне електричне з'єднання неспроможних електричних компонентів, що можуть опинитися під напругою в результаті несправності заземлення з нульовим проводом.

Система обладнання та заходи щодо електробезпеки.

До основних технічних засобів і заходів, що застосовуються для забезпечення електробезпеки при нормальної роботи електроустановок в цеху, відносяться:

- ізоляція струмоведучих частин – забезпечує технічну ефективність електроустановок, знижує ймовірність попадання людини під напругу, замикання землі і корпус електроустановок;

- недоступність струмоведучих частин – застосовуються захисні огорожі, закриті розподільні пристрої, неізольовані струмоведучі частини розміщуються на висоті, недоступні для випадкового контакту з інструментом, різними пристроями, доступ сторонніх осіб до електричних приміщень обмежений;

- блоки безпеки – запобігають доступу до неізольованих струмоведучих деталей без попереднього зняття напруги з них, запобігають помилковим експлуатаційним і контрольним діям персоналу при експлуатації електроустановок, що запобігають порушення рівня електробезпеки та вибухозахисту електрообладнання;

- інструменти орієнтації в електроустановках – дозволяють персоналу чітко орієнтуватися при монтажі, виконувати ремонтні роботи та запобігати помилковим діям.

Система захисних засобів.

Основні засоби захисту для роботи з електрообладнанням в приміщенні:

- ізоляційні штанги;
- електричні кліщі;
- індикатори напруги;
- ізоляційні кліщі;
- інструмент з ізоляційним покриттям;
- діелектричні рукавички;
- сигналізатори напруги;

- діелектричне взуття;
- захисні огороження (щити, ширми);
- переносні заземлення.

5.4. Пожежна безпека

Пожежну безпеку на підприємстві необхідно забезпечувати виконанням таких вимог:

- дотримання правил безпечного проведення вогневих робіт;
- захист від статичної та атмосферної електрики і вторинних проявів блискавок;
- дотримання правил зберігання горючих і легкозаймистих матеріалів, балонів зі стисненими і скрапленими газами;
- оперативне прибирання розлитих легкозаймистих рідин;
- автоматичне вмикання вентиляції в акумуляторних для видалення водню з приміщення під час заряджання акумуляторів;
- відсутність пропусків рідкого аміаку і пропан-бутанової суміші через арматуру і фланцеві з'єднання;
- наявність пожежної сигналізації;
- забезпечення первинними засобами пожежогасіння тощо.

На території, у будинках і спорудах магістрального аміакопроводу повинен бути встановлений відповідний до категорії їх пожежної небезпеки протипожежний режим.

Усі працівники підприємства повинні бути ознайомлені з вимогами щодо забезпечення протипожежного режиму на інструктажах, під час

проходження пожежно-технічного мінімуму, а також на заняттях у системі виробничого навчання.

Працівники підприємств, які виконують ремонтні роботи на об'єктах магістрального аміакопроводу на договірних засадах, повинні дотримуватися встановленого протипожежного режиму.

Роботодавець визначає обов'язки працівників щодо забезпечення пожежної безпеки, призначає відповідальних за пожежну безпеку окремих будинків, споруд, приміщень, ділянок та інших об'єктів магістрального аміакопроводу, за утримання та експлуатацію технічних засобів протипожежного захисту.

Територія НС, РС, ЦРБ та інших об'єктів магістрального аміакопроводу повинна утримуватися у чистоті і систематично очищуватися від відходів виробництва. Сміття, металобрухт, паливно-мастильні матеріали повинні зберігатися у спеціально відведених місцях.

До усіх будинків і споруд магістрального аміакопроводу повинен бути забезпечений доступ. Під'їзди, підходи до будинків і пожежних резервуарів, а також доступ до первинних засобів пожежогасіння та пожежних гідрантів завжди повинен бути вільним.

Територію протипожежних розривів між будинками не дозволяється використовувати для зберігання матеріалів, тари та для стоянки автотранспорту.

Не дозволяється залишати на відкритих площадках тару з легкозаймистими і горючими рідинами, а також балони зі стисненими і скрапленими газами, ацетиленові генератори з залишком невідпрацьованого карбиду кальцію.

Палити дозволяється лише в спеціально відведених за узгодженням з пожежною охороною місцях з написом „Місце для паління”, обладнаних бочкою з водою або ящиком з піском.

Усі електроустановки повинні бути захищені апаратами захисту від струмів короткого замикання та інших несправностей, які можуть призвести до пожежі. Плавкі вставки запобіжників повинні бути калібровані з зазначенням на клеймі номінального струму вставки (клеймо ставить завод-виготовлювач або електротехнічна лабораторія).

Для підтримання пристроїв захисту від блискавки у справному стані необхідно регулярно проводити їх ревізію: для будинків і споруд I та II категорій із захистом від блискавки – щорічно, для III категорії – не рідше одного разу на три роки зі складанням акта, в якому зазначають виявлені дефекти. Усі виявлені пошкодження і дефекти повинні бути негайно усунені.

Під час виконання зливо-наливних операцій аміаковози, автоцистерни скрапленого пропан-бутану підключають до заземлювального пристрою.

Системи автоматичного виявлення і гасіння пожежі на насосних станціях магістрального аміакопроводу і в ЦПУ підтримують у роботоздатному стані і періодично перевіряють відповідно до інструкцій з їх експлуатації.

При автоматичному сигналі про загоряння в насосному або електричному модулі насосної станції (світловий і звуковий сигнали) у разі виникнення пожежі обслуговуючий персонал зобов'язаний залишити приміщення протягом 10 секунд і щільно зачинити двері.

При спрацьовуванні сигналізації вмикається система вуглекислотного пожежогасіння. Насосна станція автоматично відключається і переводиться на роботу через байпас.

У разі виникнення пожежі працівник зобов'язаний:

- терміново повідомити по телефону в пожежну охорону;
- інформувати оператора диспетчерської служби підприємства;
- евакуювати людей з території, де виникла пожежа;
- за необхідності викликати інші аварійно-рятувальні служби (медичну, газорятувальну тощо);
- приступити до гасіння пожежі за допомогою наявних засобів пожежогасіння.

Виробничі та інші приміщення повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння відповідно до Типових норм належності вогнегасників, затверджених наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 2 квітня 2004 року № 151, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 29 квітня 2004 року за № 554/9153.

Працівники підприємства повинні проходити навчання, інструктажі та перевірку знань з питань пожежної безпеки відповідно до типового положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України.

5.5. Заходи щодо захисту працівників від травмування

Працівники отримують захисний одяг – індивідуальний спецодяг – від впливу аміачних продуктів, газів, високих та низьких температур:

- бавовняні костюми ;
- рукавиці спеціальні , гумові технічні рукавички ;
- захисні окуляри ;

- захисні каски ;
- захисні щитки лицьові ;
- гумові чоботи, черевики МБС, підбиті цвяхами, що не дають іскри.

Знаходження обслуговуючого персоналу на робочому місці без спецодягу заборонено.

Весь обслуговуючий персонал установки зобов'язаний мати на робочому місці фільтруючі протигази марки "К" захищаючі органи дихання від парів аміаку.

Індивідуальні фільтруючі протигази зберігаються в спеціальних шафах з комірками. Передача протигазу однією особою іншій забороняється.

Крім індивідуальних протигазів на установці в спеціальній опломбованій шафі зберігається аварійний комплект газорятувальних засобів захисту: фільтруючі протигази, шлангові протигази. Аварійний запас протигазів береться з розрахунку найбільшої кількості людей, що працюють у зміні.

До засобів захисту від високих температур ставляться огорожувальні пристрої, термоізоляційне покриття, пристрої автоматичного контролю, сигналізації й дистанційного керування.

До засобів захисту від впливу хімічних факторів ставляться пристрої огорожувальні, герметизуючі, дистанційного керування, знаки безпеки.

Зміст

1.	Розрахунки глобальної задачі	52
2.	Розрахунок підструктури	62
2.1	Розрахунок підструктури без урахування вітрових навантажень	65
2.2	Розрахунок підструктури з урахування вітрових навантажень	66
2.3	Розрахунок підструктури з урахування вітрових навантажень та ослаблення контакту між секціями ролику	67
	ВИСНОВКИ	70

1. Розрахунки глобальної задачі

1.1. Побудова розрахункової моделі

Використовуючи команду New в меню File викличемо діалогове вікно, в якому задається ім'я проекту (Рис. 1.1)

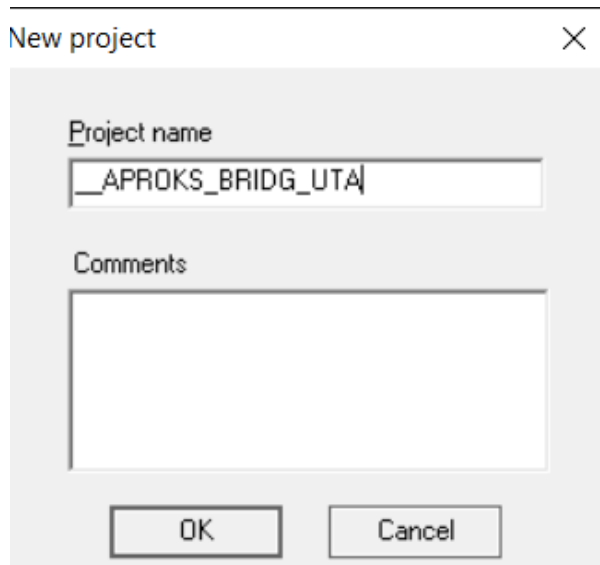


Рис. 1.1. Діалогове вікно New project

Далі після задання натискання назви тиснемо на кнопку ОК, робочий простір поділиться на 2 частини (простір для виводу конструкції і дерево елементів). Проект АПРОКС - це файл, в якому записано опис графічної або аналітичної інформації у форматі (*.aps). Під час роботи програми він зберігається в оперативній пам'яті комп'ютера,.

У верхній лівій частині екрана було викликано дерево конструкцій (_aprors_bridg_uta) – натиснемо правою кнопкою миші на ньому – з'явиться меню (Рис. 1.2) в якому оберемо команду Add Fragment, що викличе діалогове вікно, у якому введемо значення параметрів фрагменту скінчено-елементної моделі (Рис. 1.3).

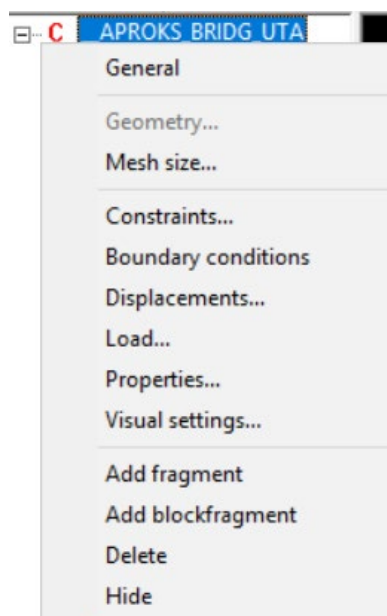


Рис. 1.2. Меню

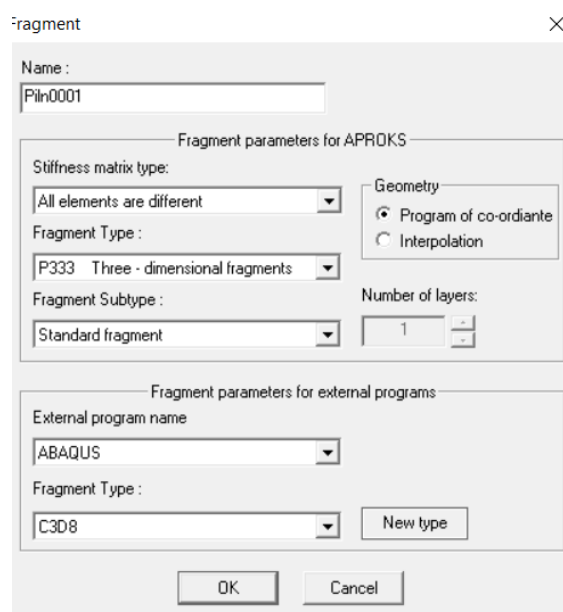


Рис. 1.3. Діалогове вікно Fragment

Далі відкриємо діалогове вікно Geometry, в якому задамо програму координат геометричної моделі – LIC_ALFA_13 (Рис. 1.4) та заповнимо таблицю параметрів.

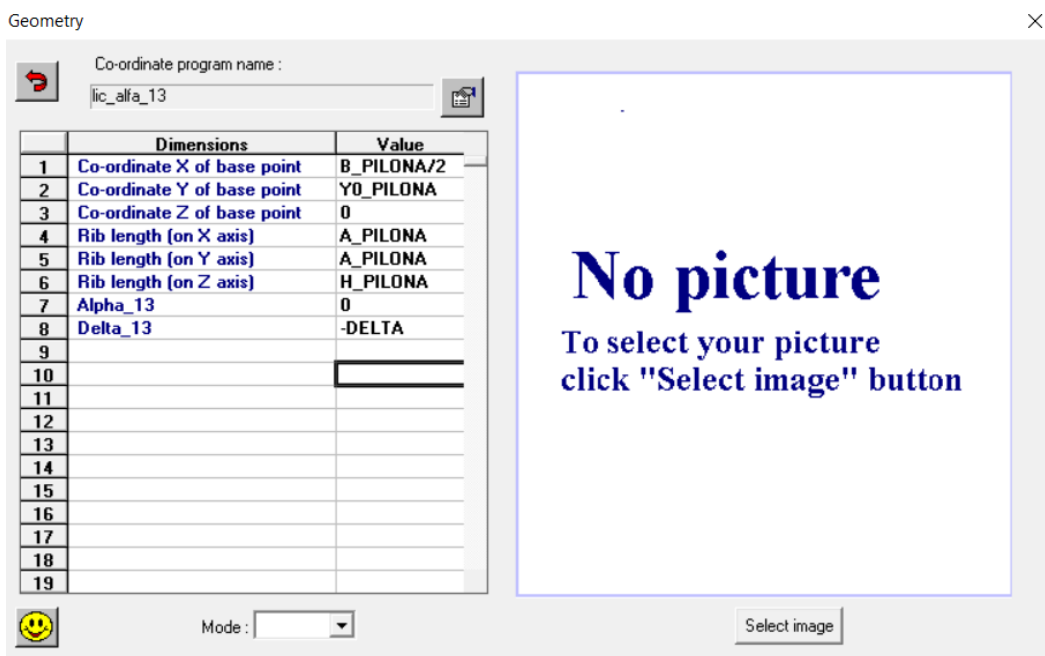


Рис. 1.4. Діалогове вікно Geometry

У діалоговому вікні Size of mesh region, визначимо густину скінченно-елементної сітки конструкції (Рис. 1.5).

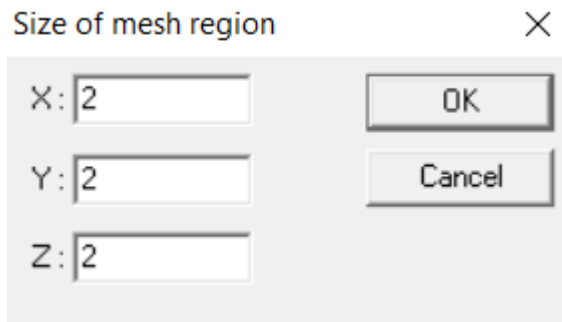


Рис. 1.5. Діалогове вікно Size of mesh region

Далі через діалогове вікно Variable задамо змінні (Рис. 1.6).

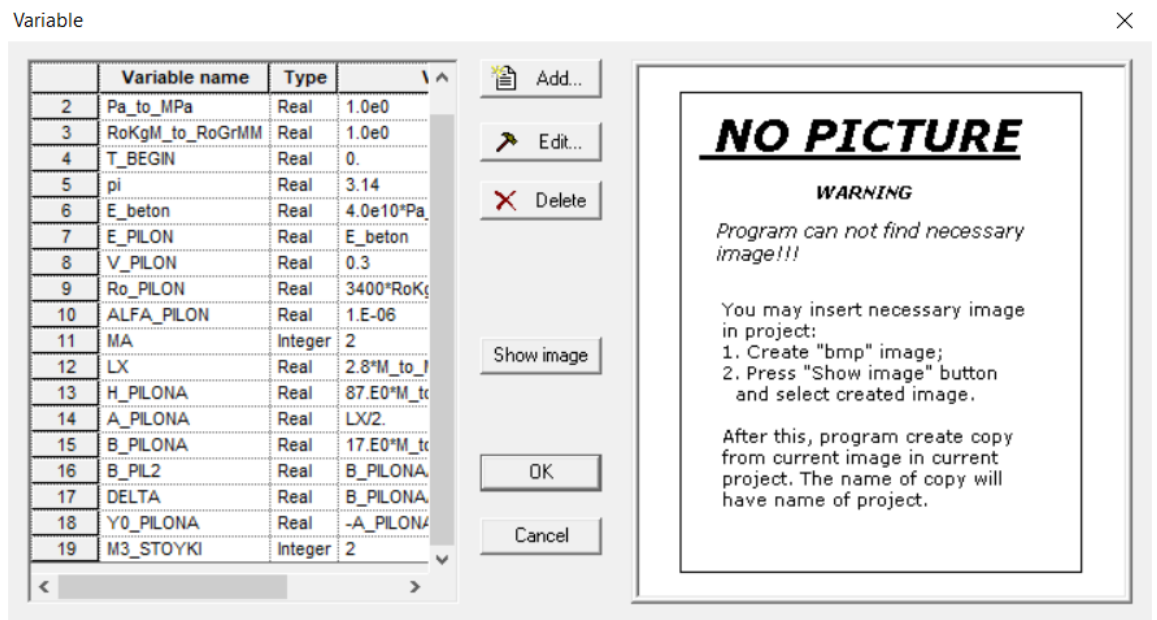


Рис. 1.6. Діалогове вікно Variable

Після того як створено змінні потрібно перейти до вікна **Properties => Elasticity** та задати фізико-механічні параметри матеріалу, з якого виготовлено ферму (Рис. 1.7).

В результаті отримуємо частину пілона (Рис. 1.8).

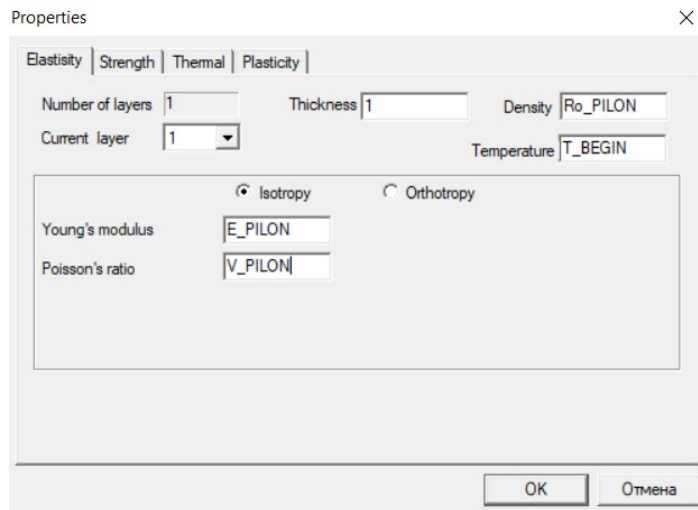


Рис. 1.7. Діалогове вікно Properties пілона

Рис. 1.8. Елемент

Аналогічно побудуємо всі елементи та отримаємо модель конструкції пілона (Рис. 1.9).

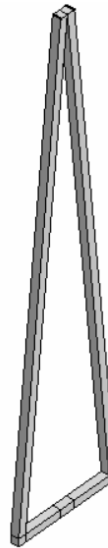


Рис. 1.9. Модель пілона

Далі побудуємо секцію ферми (Рис. 1.10)

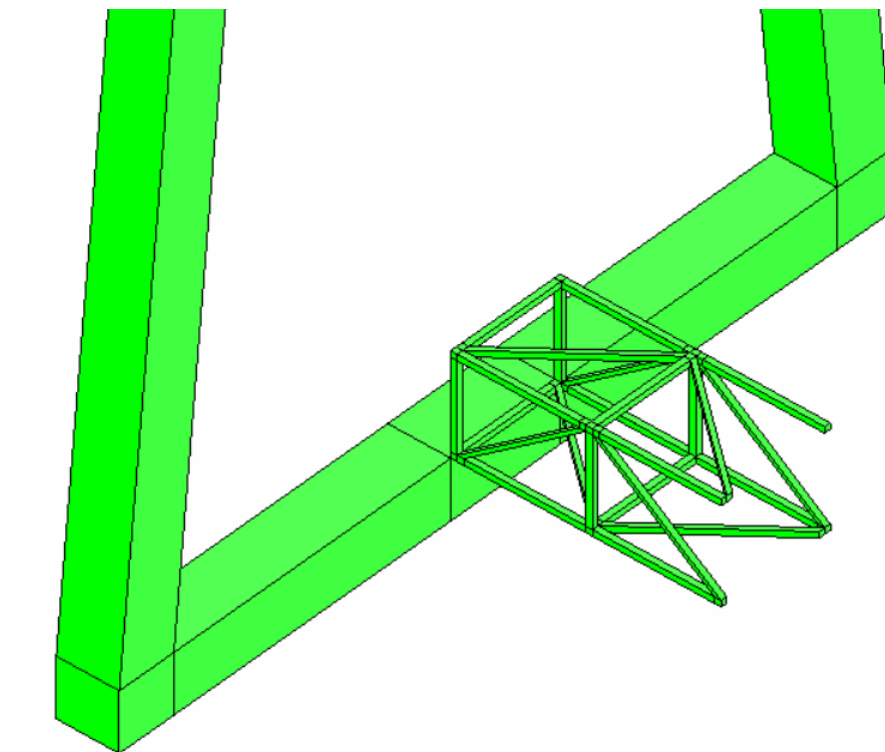


Рис. 1.10. Секція форми

За допомогою програмного коду розмножимо секцію по довжині ферми жорсткості мостового переходу (Рис. 1.11).

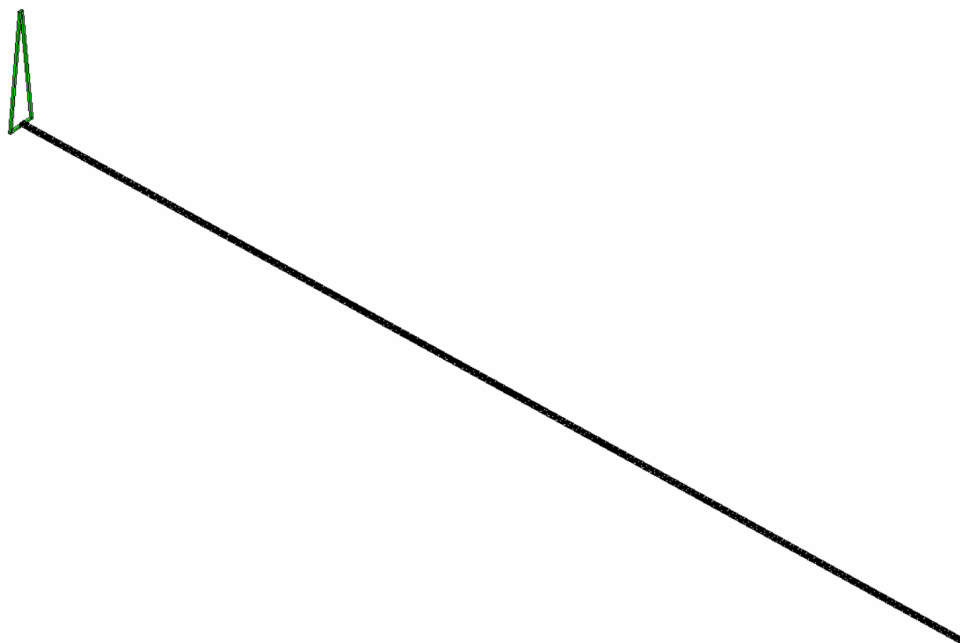


Рис. 1.11. Ферма жорсткості та пілон

Таким же чином побудуємо другий пілон (Рис. 1.12).

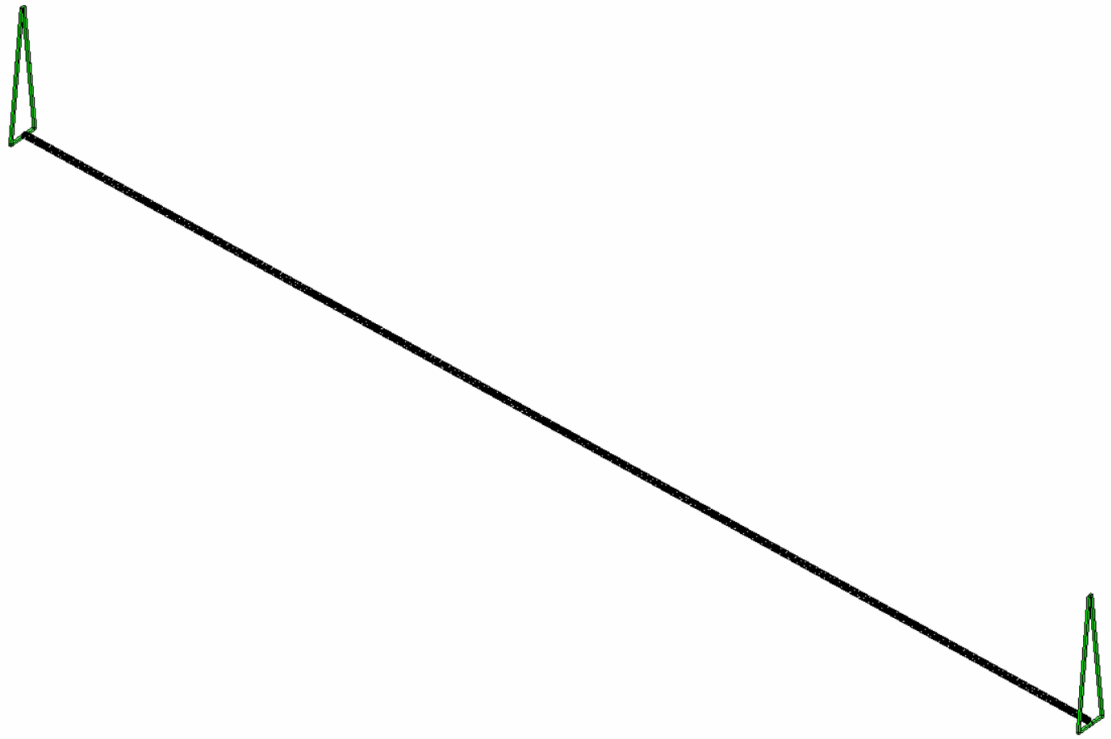


Рис. 1.12. Пілони та ферма жорсткості

Для завершення моделі конструкції побудуємо вантову систему. В кінцевому результаті отримаємо модель мостового переходу аміакопроводу (Рис. 1.13).

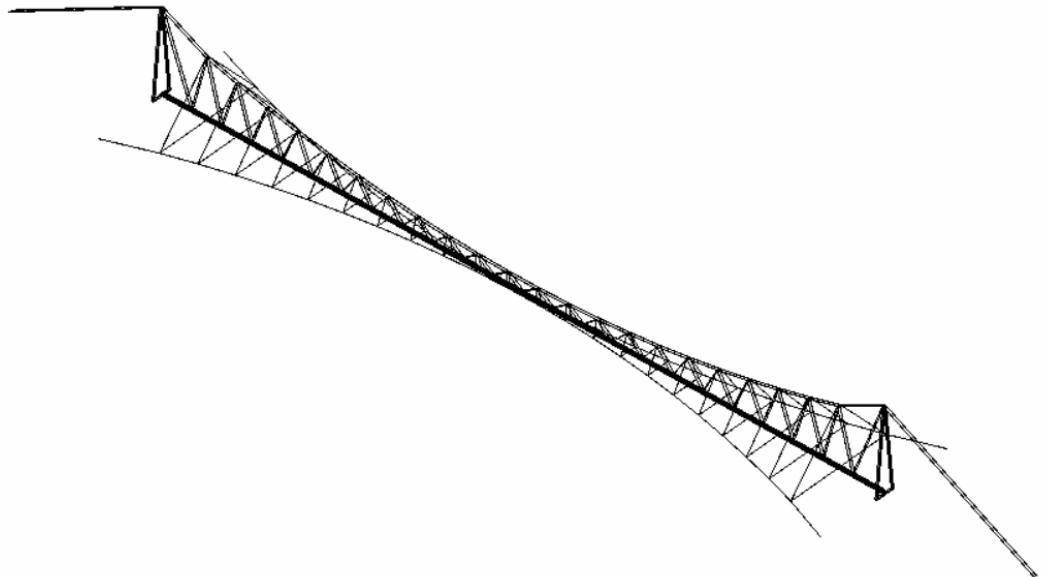


Рис. 1.13. Модель мостового переходу аміакопроводу

Після отримання готової моделі моста через меню Load задамо навантаження (Рис. 1.14).

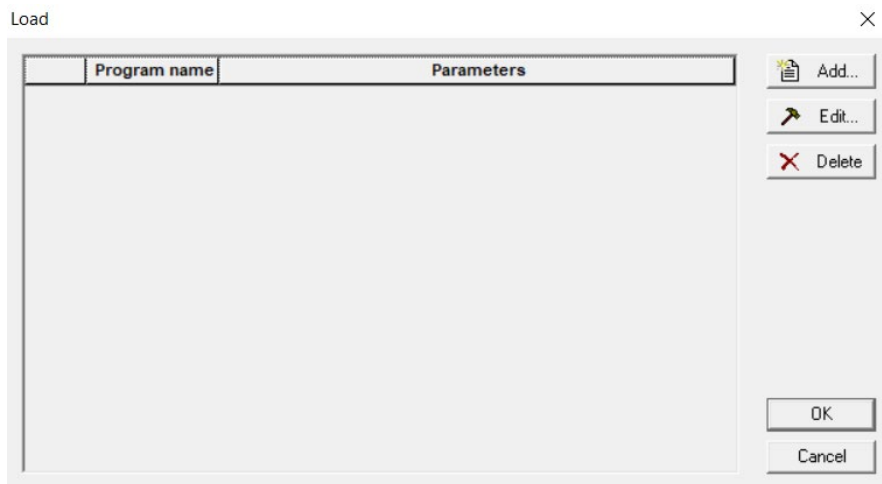


Рис. 1.14. Діалогове вікно Load

В меню Load через підменю Add задамо вітрові навантаження (Рис. 1.15).

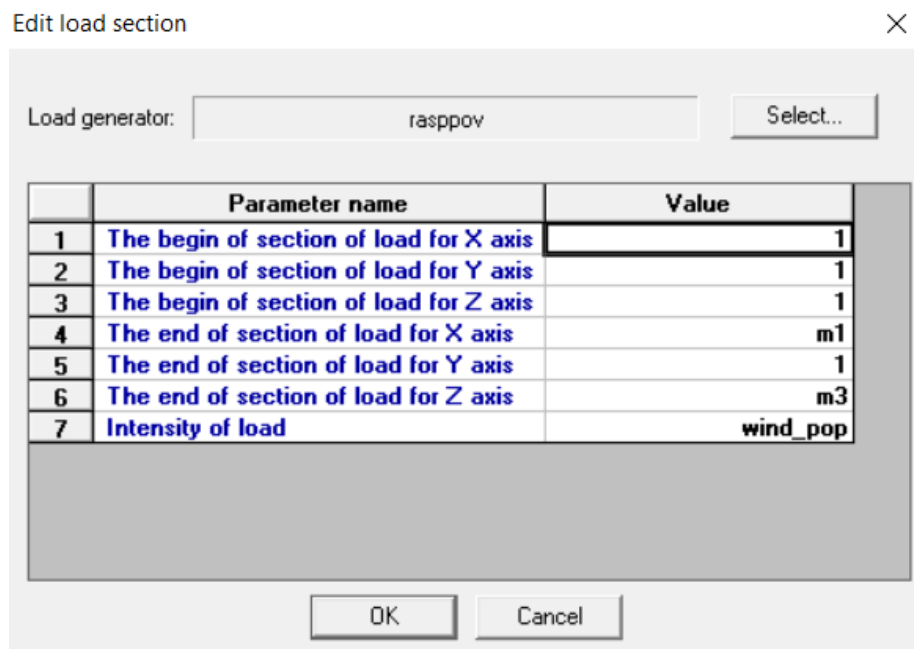


Рис. 1.15. Діалогове вікно Edit load section

В результаті роботи у програмі отримано вітрові навантаження, що діють на мостовий перехід.

1.2. Виконання чисельних досліджень

Дані для проведення розрахунків були взяті зі СНІПу для відповідного кліматичного поясу.

У діалоговому вікні Algorithm (рис. 1.16) створимо алгоритми розрахунку навантажень мостового переходу під впливом вітру.

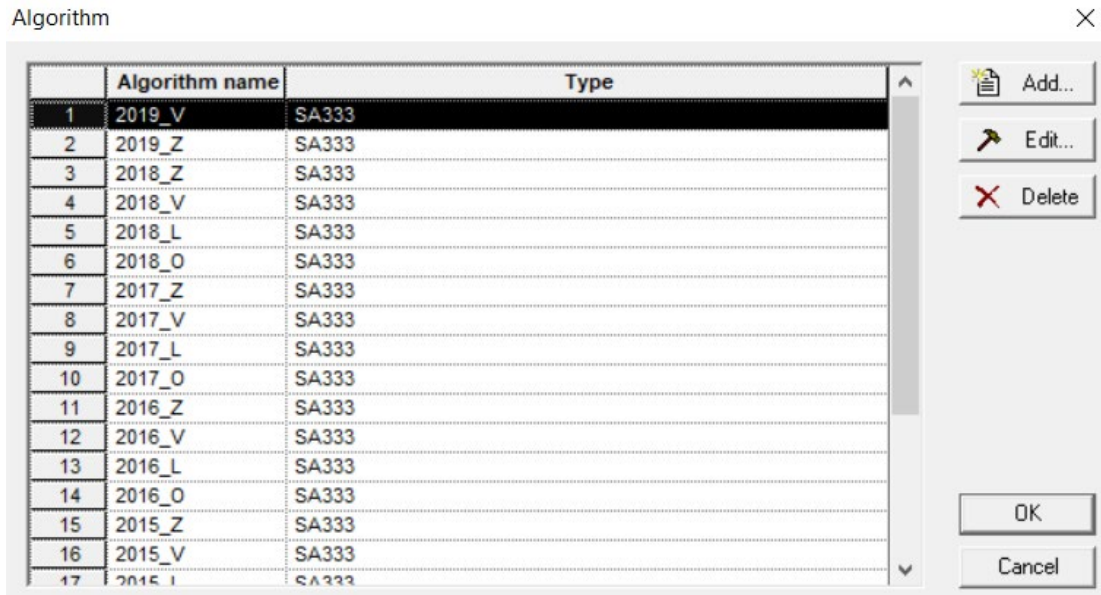


Рис. 1.16. Алгоритми розрахунків

Задамо кут та швидкість вітру, далі на панелі задач командою start solver, оберемо алгоритм та почнемо розрахунок (рис. 1.17).

Після проведення розрахунків відкриємо візуалізатор (Рис. 1.18, Рис. 1.19). В якому відображаються величини переміщень та напружень, які виникають в фермі жорсткості, та елементи, які сприймають найбільші навантаження.

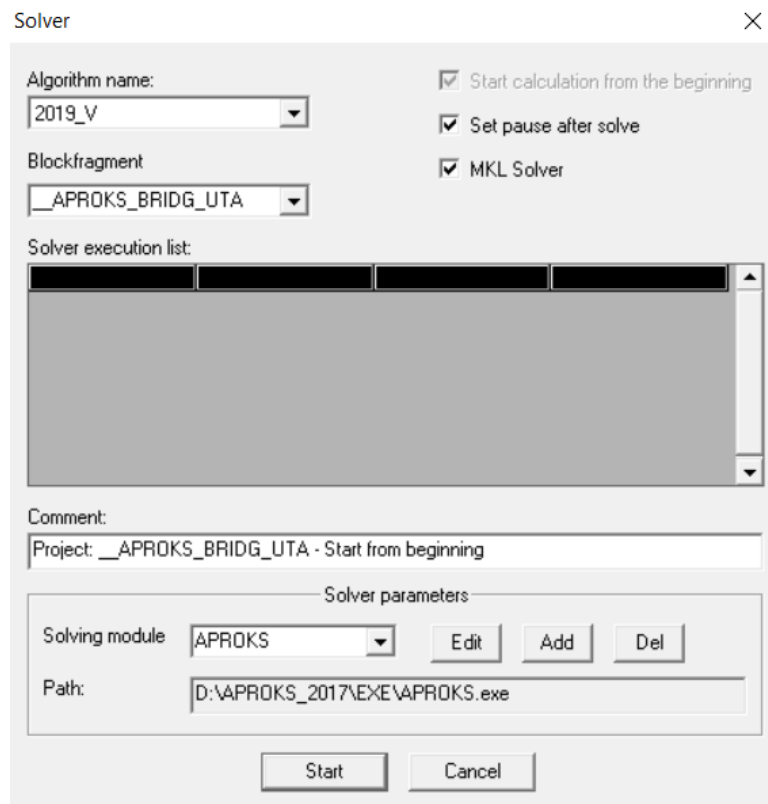


Рис. 1.17. Діалогове вікно Solver

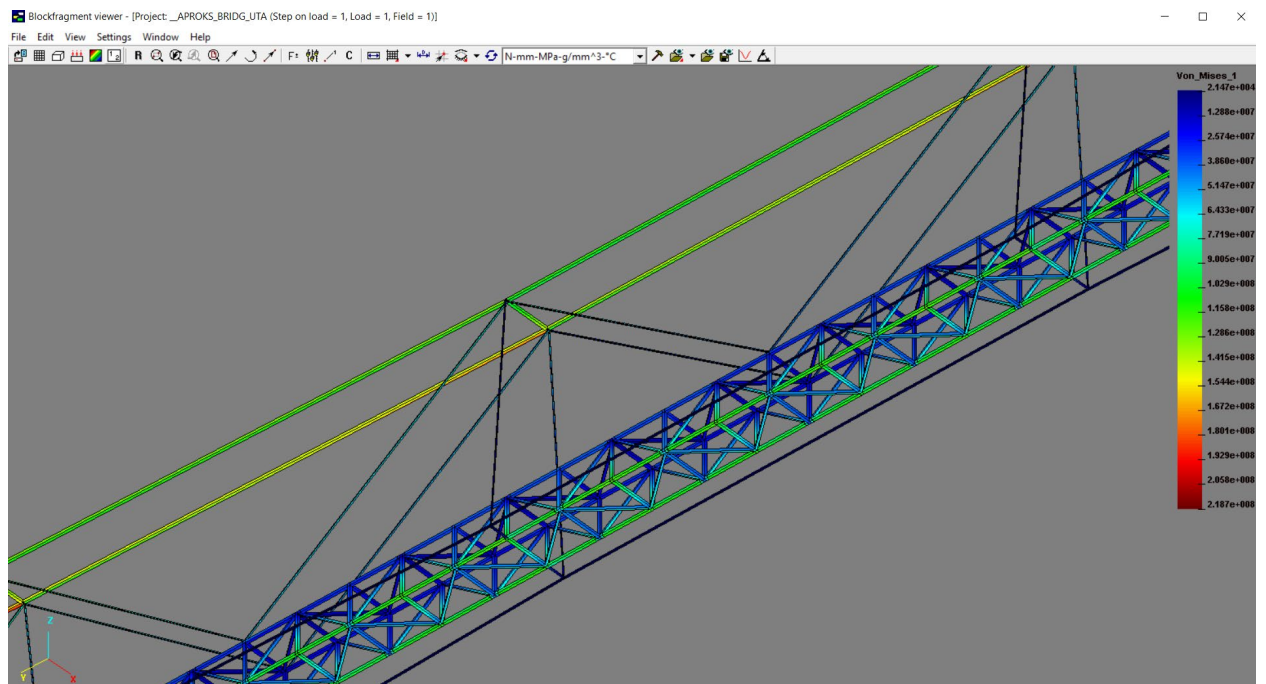


Рис.1.18. Blockfragment viewer

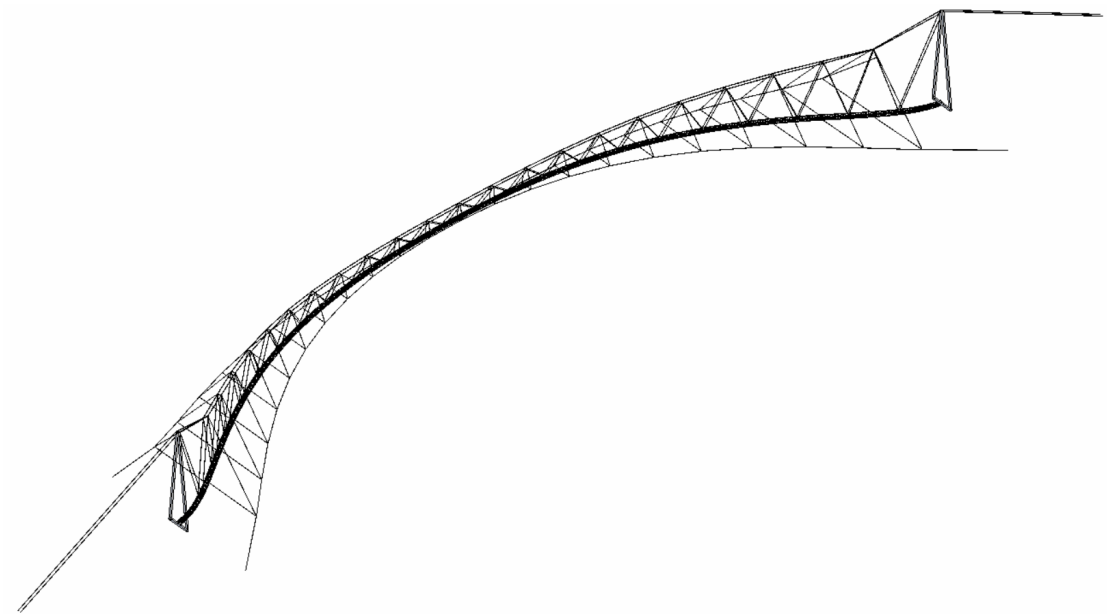


Рис. 1.19. Деформація мосту під впливом вітрових навантажень в масштабі 500:1

Отримані дані використаємо для розрахунку підструктури у програмі ABAQUS.

2. Розрахунок підструктури

Для більш точної оцінки стану рухомих опор, було побудовано підструктуру в системі автоматизованого проектування CATIA (Рис. 2.1-2.3). Далі проведено експортування 3D моделі підструктури в середовище системи ABAQUS (Рис. 2.4). В системі ABAQUS розрахунок проводиться методом скінченних елементів (Рис. 2.5). В якості граничних умов були передбачені переміщення, які розраховані в глобальному завданні.

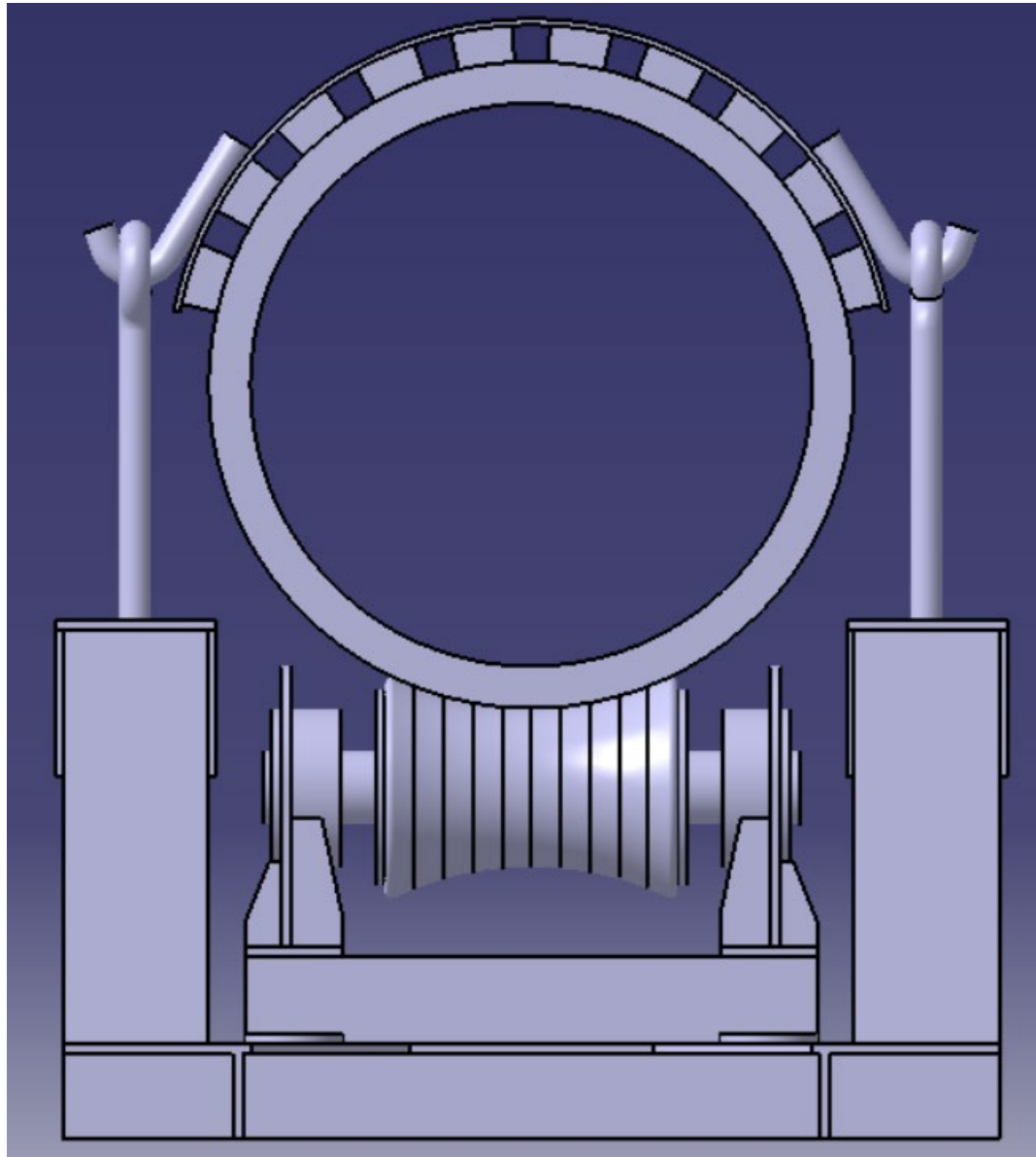


Рис. 2.1 3D модель рухомої опори аміакопроводу побудована в системі Catia

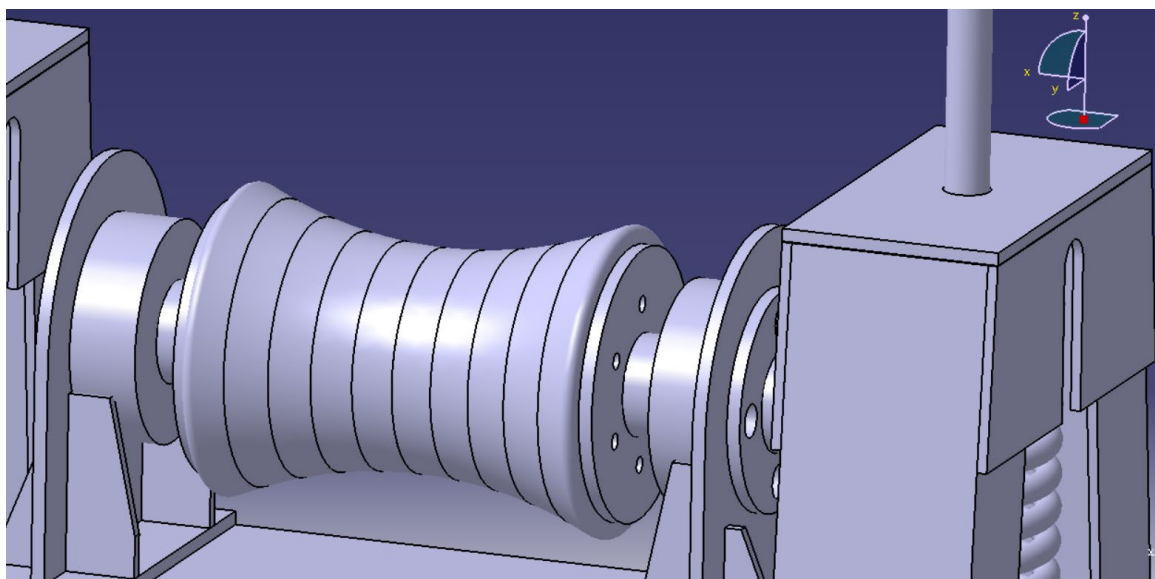


Рис. 2.2. 3D модель ролика рухомої опори аміакопроводу побудована в системі Catia

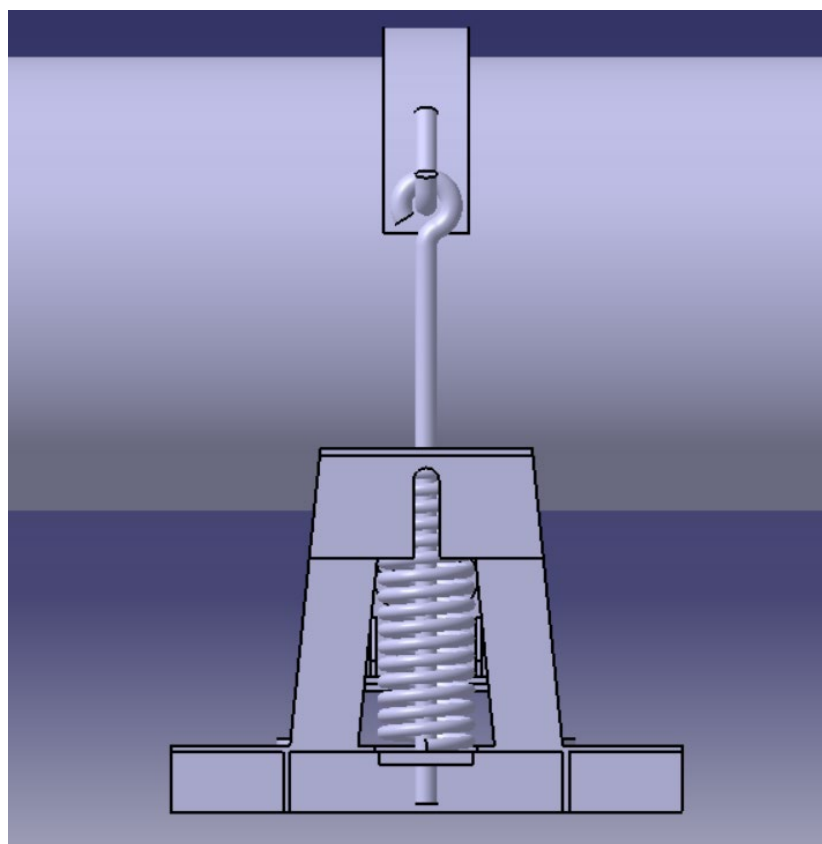


Рис. 2.3. 3D модель прижимного пояса аміакопроводу побудована в системі Catia

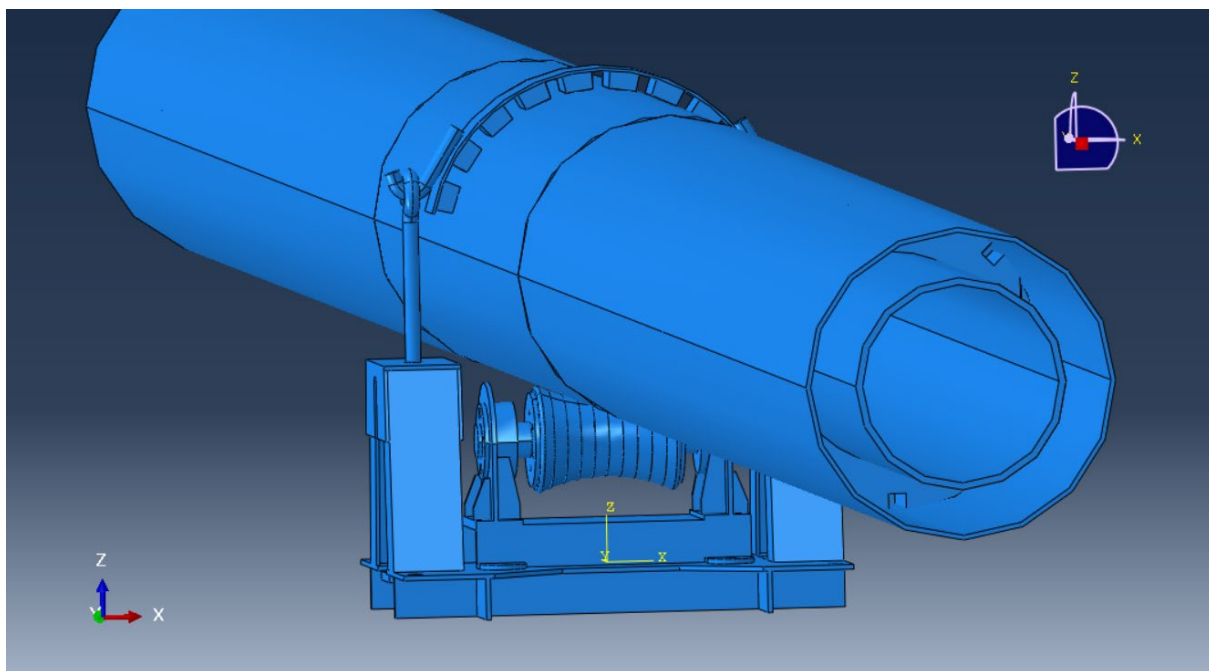


Рис. 2.4. 3D модель підструктури

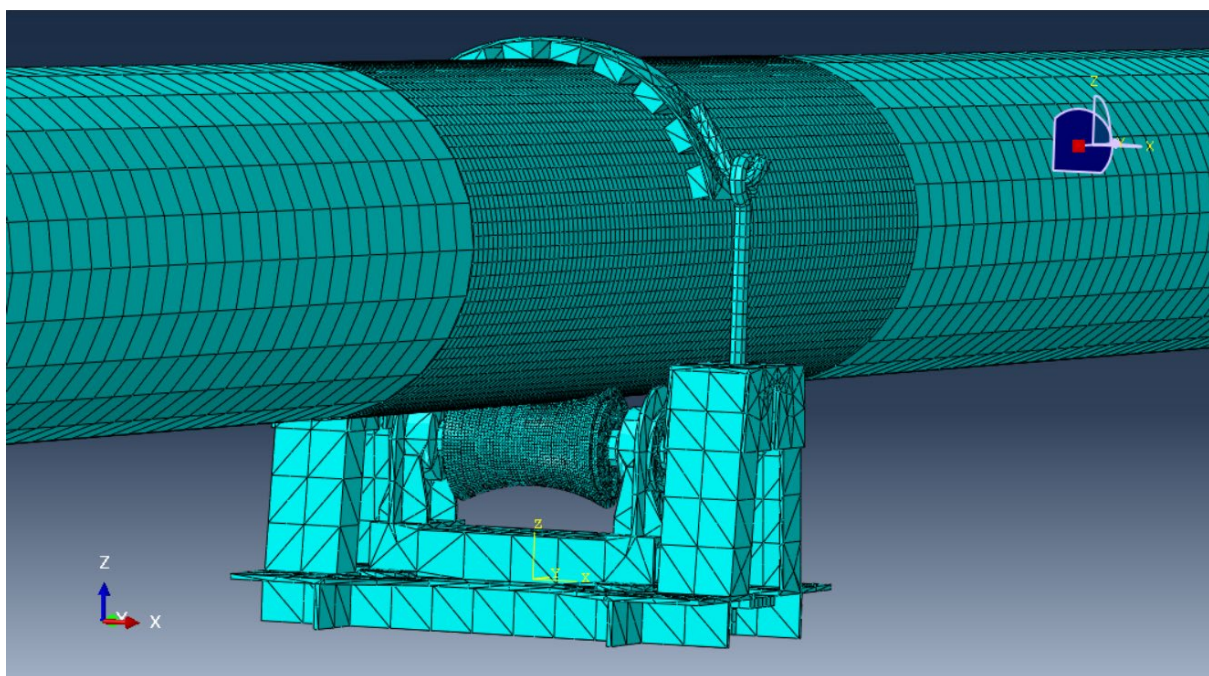


Рис. 2.5. 3D модель підструктури розбита на сітку скінченних елементів

2.1 Розрахунок підструктури без урахування вітрових навантажень

Наступним кроком буде проведення розрахунків без урахування вітрових навантажень. Після проведення розрахунків отримано картини муарів розподілу напружень в 3D моделі опори (Рис. 2.6 – 2.7).

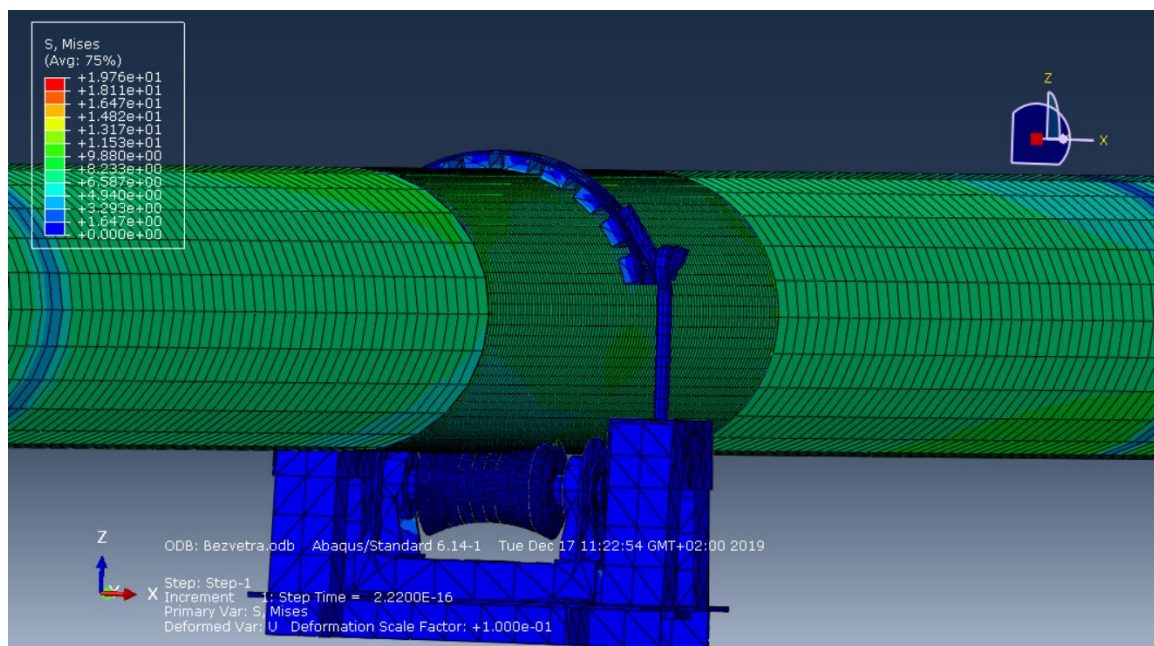


Рис. 2.6. Деформована схема без урахування вітрових навантажень

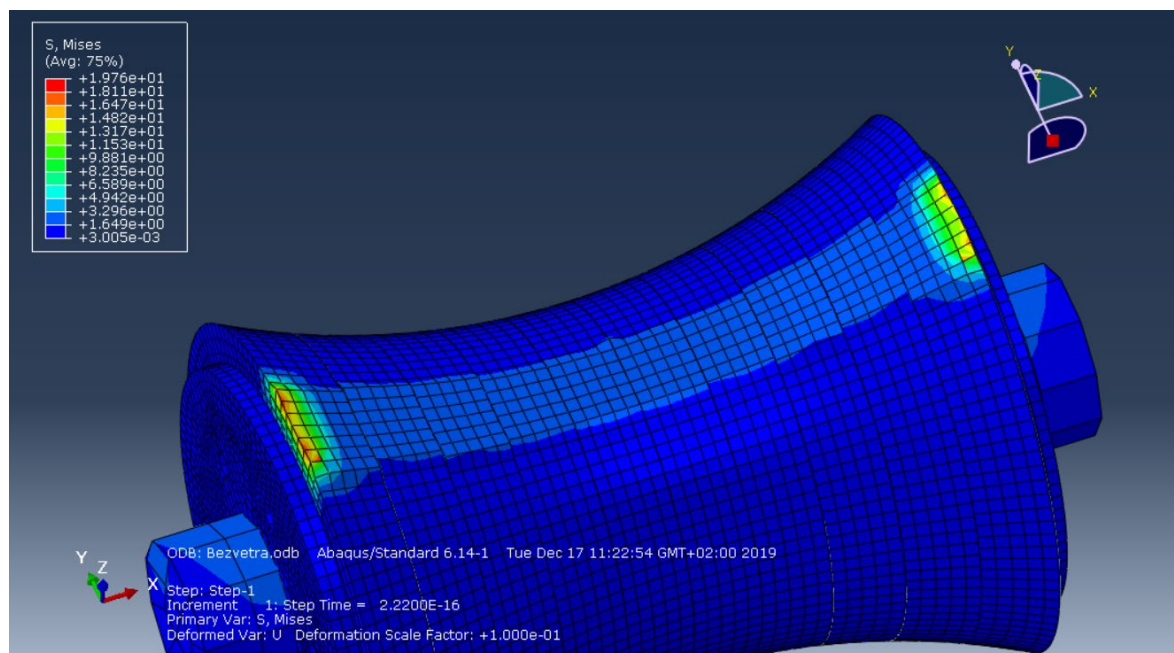


Рис. 2.7. Деформована схема ролику без урахування вітрових навантажень

Отже якщо знехтувати вітровими навантаженнями то напруження які виникають в ролику становлять 19,76 МПа, це означає що руйнування ролика в такому випадку не можливе.

2.2 Розрахунок підструктури з урахування вітрових навантажень

Наступним кроком буде урахування вітрових навантажень (рис.2.8-2.9)

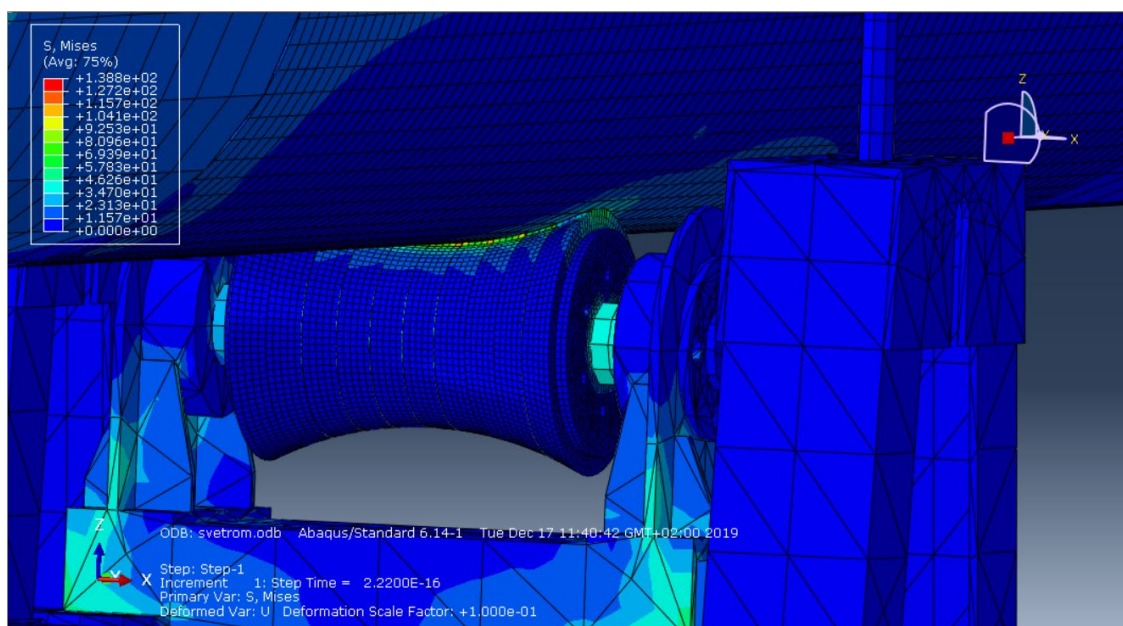


Рис. 2.8. Деформована схема з урахуванням вітрових навантажень

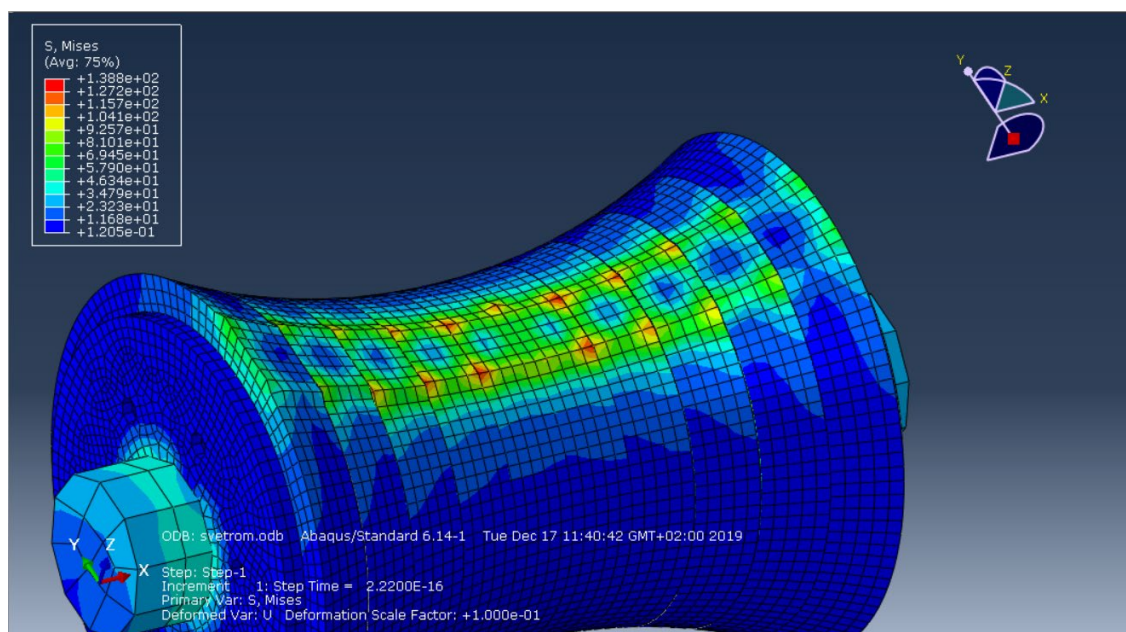


Рис. 2.9. Деформована схема ролику з урахуванням вітрових навантажень

При умові урахування вітрових навантажень напруження в ролику складають 138,8 МПа, що все ще не призведе до виникнення дефектів у ролику.

2.3 Розрахунок підструктури з урахування вітрових навантажень та ослаблення контакту між секціями ролику

Далі врахуємо можливість ослаблення контакту між секціями ролику (рис.2.10-2.12)

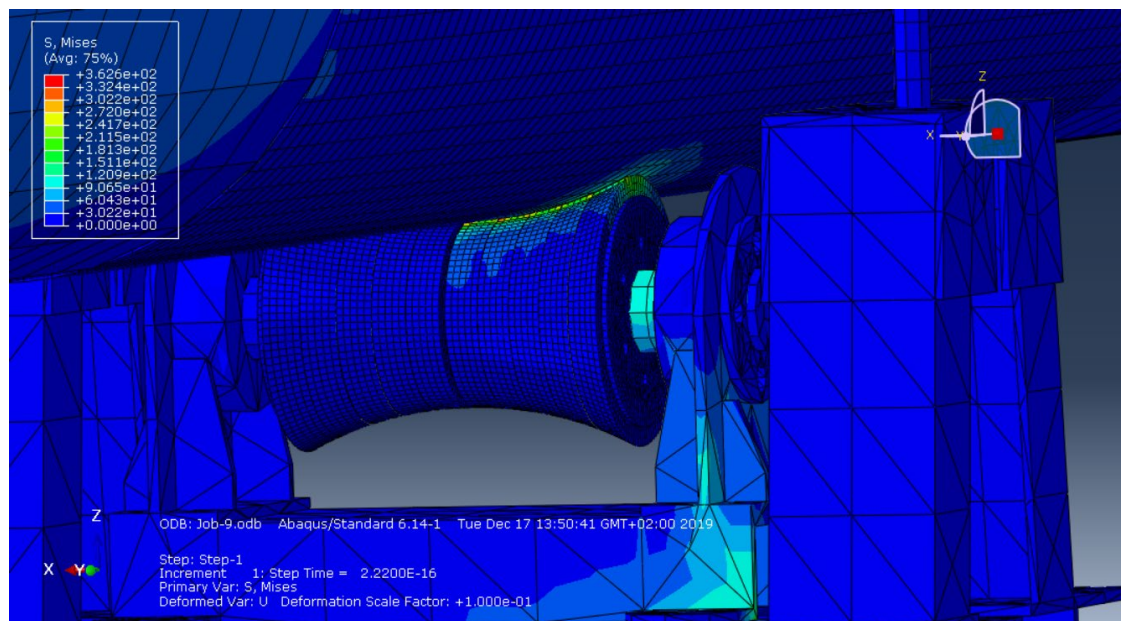


Рис. 2.10. Деформована схема з урахуванням вітрових навантажень, у разі ослаблення контакту між секціями ролику.

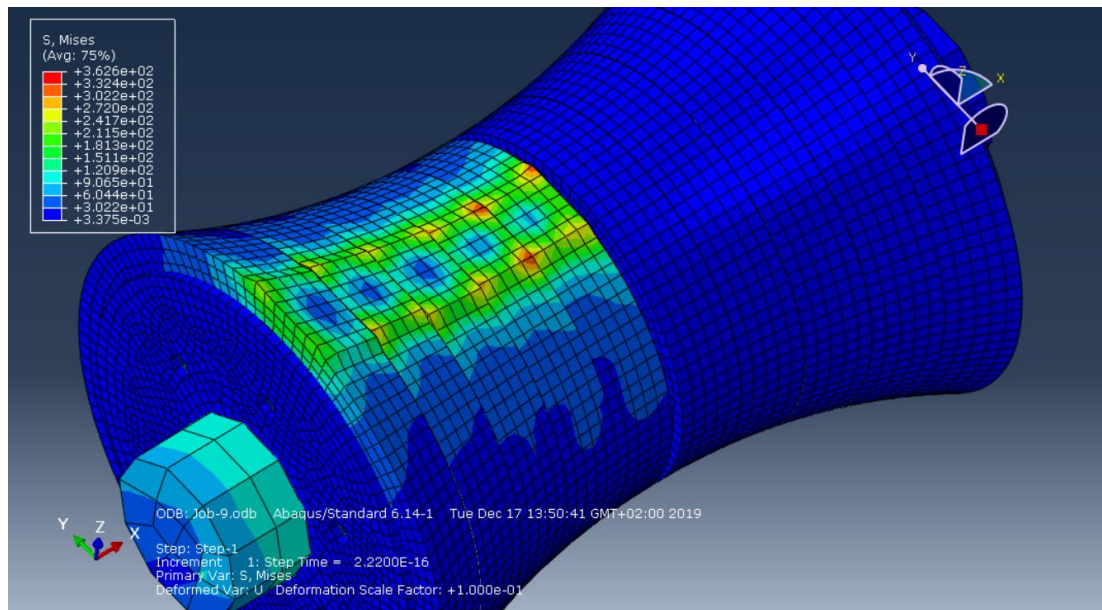


Рис. 2.11. Деформована схема ролику з урахуванням вітрових навантажень, у разі ослаблення контакту між секціями ролику

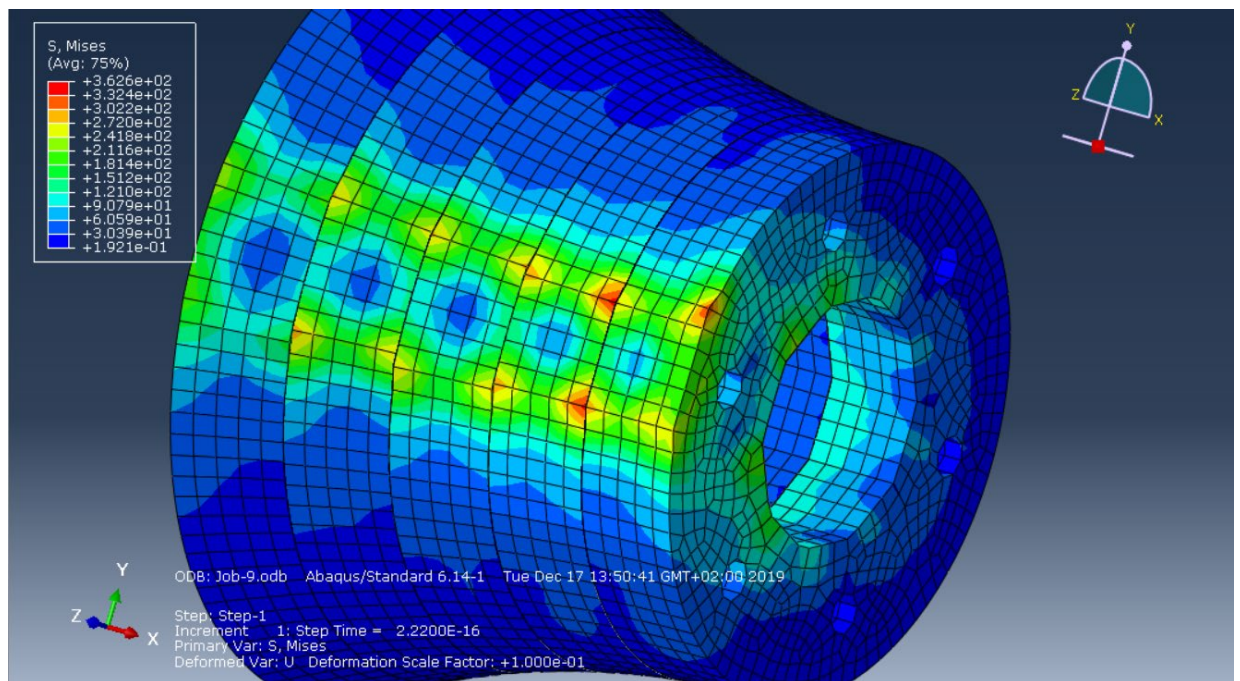


Рис. 2.12. Деформована схема ролику з урахуванням вітрових навантажень, у разі ослаблення контакту між секціями ролику (у розрізі)

При ослабленні контакту між секціями ролику вся конструкція спирається лише на одну його половину, що призводить до виникнення напружень в 611,8 МПа, що перевищує межу текучості матеріалу на 11,8 МПа, а з урахуванням накопичення втоми матеріалу це може призвести до руйнування роликів.

Проведені розрахунки дозволяють зробити висновок, що причиною виникнення дефектів в ролику може бути комплекс обставин, а саме:

- ослаблення контакту між секціями ролику;
- виникнення зон пластичного деформування матеріалу роликів спостерігається при дії бокового вітрового навантаження;
- при дії циклічно діючого вітрового навантаження в зонах пластичності матеріалу накопичуються мікрodefекти з наступним їх в переростання макротріщину.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломного проекту на тему «Аналіз міцності та надійності рухомих опор аміакопроводу, з метою запобігання його руйнуванню в процесі експлуатації» отримано такі результати:

1. Програмний код системи генерації скінчено елементної моделі моста для вирішення глобальної задачі.

2. Розрахунки компонентів тензора напружень і вектори переміщень глобальної задачі переходу аміакопроводу через р. Дніпро виконано в системі автоматизації розрахунків на міцність АПРОКС, за допомогою алгоритму SA333.

3. На базі системи САПІА створена 3D модель підструктури рухомих опор мостового переходу аміакопроводу через р. Дніпро.

4. Виконана дискретизація підструктури в системі Abaqus. Отримана скінчена елементна модель.

5. На базі алгоритму вимушених переміщень системи Abaqus (переміщення були отримані в системі АПРОКС) отримані уточнені результати компонента тензора напружень.

6. В результаті аналізу даних розрахунків підструктури виявлено концентратори напружень і слабкі місця рухомих опор мостового переходу через р. Дніпро.

7. Виявлено причину руйнування роликів, а саме:

- ослаблення контакту між секціями ролику;
- виникнення зон пластичного деформування матеріалу роликів спостерігається при дії бокового вітрового навантаження;
- при дії циклічно діючого вітрового навантаження в зонах пластичності матеріалу накопичуються мікроефекти з наступним їх в переростання макротріщину.

Список використаних джерел та матеріалів

1. Метод конечных элементов в механике твердых тел. / Под общ. ред. А.С. Сахарова и И. Альтенбаха. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1982. – 480 с.
2. Сабоннадьер Ж.-К., Кулон Ж.-Л. Метод конечных элементов и САПР: Пер. с франц. – М.: Мир, 1989. – 190 с., ил.
3. Д. Брок Основы механики разрушения. – М.: Высш. школа, 1980. – 368с..
4. Сахаров О.С. САПР. Застосування програмного комплексу ВЕСНА в розрахунках процесів і обладнання з врахуванням термосилових навантажень - Навчальний посібник / Сахаров О.С., Гондлях О.В., Сівецький В.І., Щербина В.Ю. // К.: Т«ЕКМО», 2008 р. – 180с.: іл. -180 с.
5. Сахаров О.С. САПР. Інтегрована система моделювання технологічних процесів і розрахунку обладнання хімічної промисловості / Сахаров А.С., Гондлях А.В., Сівецький В.І., Щербина В.Ю. // К.: ТОВ «Поліграф Консалтинг», 2006, -156 с.
6. Сахаров О.С. САПР. Автоматизоване конструкторське та технологічне проектування з використанням AutoLisp . - Навчальний посібник / Сахаров О.С. Гондлях А.В., Сівецький В.Ю. Щербина В.Ю. // К.: Т«ЕКМО», 2008 р. – 208с.: іл. -208 с.
7. Сахаров О.С. САПР. Програмування на функціональній мові AutoLISP при проектуванні технологічного обладнання. – Підручник / Сахаров О.С., Гондлях О.В., Сівецький В.І., Щербина В.Ю. // К.: Видавництво —ЕКМО, 2010. -154 с.
8. Гондлях А.В. Итерационно-аналитическая теория деформирования

многослойных оболочек // Сопротивление материалов и теория сооружений. - К.: Будивельник.-1988.-N53.-с.33-37.

9. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упруго-пластического разрушения. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 504 с.

10. Баженов В.А. Нелинейные задачи механики многослойных оболочек / Баженов В.А., Сахаров А.С., Гондлях А.В., Мельников С.Л. // Монография. - К.: НД Будмехан ки.-1994.-264с.

11. Сахаров, О. С. Модификация метода Ритца для расчета массивных тел на основе полиномиальных разложений с учетом жестких смещений // Сопротивление материалов и теория сооружений. — К.: Будівельник. 1974. — № 23. — С. 47-52.

12. Сахаров, О. С. Метод конечных элементов в механике твердых тел // К.: Вища школа, 1982, С. 214–279.

13. Ильюшин А.А. Пластичность. – М.-Л.:ГИТЛ, 1948.

14. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести // М.: Машиностроение, 1975. – 400 с..

15. САПР. Система інформаційної підтримки життєвого циклу захисних оболонок та обладнання АЕС/О. В. Гондлях, В. І. Сівецький, В. Ю. Щербина, А. О. Чемерис, В. Ю. Онопрієнко. – К. : НТУУ «КПІ», 2014. – 190с. – Бібліогр. : с. 182-187. – 300пр.

16. Гондлях О.В., Сахаров О.С., Щербина В.Ю., Сівецький В.І., Чемерис А.О. С19 САПР. ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕЛІНІЙНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ТА РУЙНУВАННЯ БАГАТОШАРОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ХІМІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ. Частина 1. ПРУЖНІ МУФТИ . — К.: ВП «Едельвейс», 2011. -172 С.